

TRAITÉ

DES

INSTRUMENTS ASTRONOMIQUES

DES ARABES

PAR ABOUL HHASSAN ALI, DE MAROC



PAR J.-J. SÉDILLOT

TOME DEUXIÈME

PARIS

A L'IMPRIMERIE ROYALE



TRAITÉ

DES

INSTRUMENTS ASTRONOMIQUES

DES ARABES

TRAITÉ

DES

INSTRUMENTS ASTRONOMIQUES

DES ARABES

COMPOSÉ AU TREIZIÈME SIÈCLE

PAR ABOUL HHASSAN ALI, DE MAROC

INTITULÉ

جامع المبادى والغايات

(COLLECTION DES COMMENCEMENTS ET DES FINS

TRADUIT DE L'ARABE

SUR LE MANUSCRIT 1147 DE LA BIBLIOTHÈQUE ROYALE

PAR J.-J. SÉDILLOT

MEMBRE ADJOINT AU BUREAU DES LONGITUDES
POUR L'HISTOIRE DE L'ASTRONOMIE CHEZ LES ORIENTAUX, ETC.

ET PUBLIÉ PAR L.-AM. SÉDILLOT

PROFESSEUR D'HISTOIRE AU COLLÈGE ROYAL DE SAINT-LOUIS
MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ ASIATIQUE, ETC.

TOME DEUXIÈME





PARIS

IMPRIMÉ PAR AUTORISATION DU ROI

A L'IMPRIMERIE ROYALE

M DCCC XXXV

AU LECTEUR.

Nous avons pensé qu'un vocabulaire des mots techniques compris dans le Traité d'Aboul-Hhassan serait fort utile pour l'intelligence de cet ouvrage, et nous n'avons rien négligé pour le rendre aussi complet que possible; ce travail, aujourd'hui terminé, paraîtra dans un *Supplément* où nous ferons entrer une notice étendue sur le manuscrit 1148 de la Bibliothèque du Roi, manuscrit qui forme la suite des écrits d'Aboul-Hhassan sur les instruments astronomiques des Arabes.

Nous saisissons avec empressement l'occasion qui nous est offerte par la publication de ce second volume, pour faire connaître une note fort intéressante que nous devons à l'extrême bienveillance du savant académicien M. Reinaud, sur la signification de *khobbet aryn*, قبة ارين, indiqué par Aboul-Hhassan comme point de départ de son premier méridien. (Voyez t. 1er, p. 318.)

Voici ce qu'on trouve dans Aboul-Feda[1]:

الجهور جعلوا مبدا الاطوال من جانب المغرب ليكون إزدياد عدد الطول فى جهة توالى البروج ومبدا العرض خط الاستواء لانه بالطبع متعيّن وقد ذكر ان بداة العمارة فى المغرب كانت فى جزاير تسمّى بالخالدات وهى الآن غير معمورة فجعل بعضهم الجزاير المذكورة مبدا الطول وقوم اخرون جعلوا ساحل البحر الغربى مبداء وبينهما

[1] Aboul-Feda, édition de MM. Reinaud et de Slane in-4°, pag. 7 et 10.

عشر درجات من دور معدّل النهار و اما نهاية العمارة فى الجانب الشرق فهو موضع يقال له كَنْكدز(لنْكدر) و منتصف ما بين النهايتين اعنى الغربية والشرقية على خط الاستواء يسمّى قُبّة الارض وفى نسخة اخرى قبة ارين وهى على بعد ربع الدور من المبدا الغربي ويلزمها الاختلاف بسبب الاختلاف فى المبدا الغربي اعنى كونه الجزاير الخالدات او الساحل

« Le plus grand nombre des auteurs ont fait commencer « les degrés de longitude du côté de l'Occident, afin que ces « degrés procédassent dans le même sens que les signes du zo- « diaque; quant à la latitude, on l'a fait partir de l'équateur, « point physiquement déterminé. On a dit de plus que le « monde habitable du côté de l'Occident commence aux Iles « Éternelles (*les Iles Fortunées*), qui du reste maintenant se « trouvent abandonnées: c'est à ces îles que quelques-uns ont « placé le commencement de la longitude, tandis que d'autres « l'ont fait commencer à la côte de l'Océan occidental; ce qui « fait une différence de dix degrés de la circonférence de l'é- « quateur. Quant à l'extrémité du monde habitable du côté de « l'Orient, c'est le lieu nommé *Lankdessa* ou pays de *Lanka* « (Ceylan). Ce lieu, placé au milieu des deux points extrêmes, « je veux dire l'extrémité occidentale et l'extrémité orientale, « et situé sous l'équateur, porte le nom de *coupole de la terre* « ou d'*aryn*; il est à la distance d'un quart de la circonférence « de l'extrémité occidentale, et l'on est partagé sur sa position « réelle, par suite du manque d'accord sur cette même extré- « mité, puisque les uns la placent aux Iles Éternelles, tandis « que les autres la mettent sur la côte du continent, etc. »

On trouve plus loin dans le même auteur :

فاما الهند ففى كتبهم ان نصف كرة الارض ماء ونصفها طين يعنون البرّ والبحر وان على ترابيع خط الاستواء اربعة مواضع فى جمكوت الشرق والروم الغربى ولنك الذى هو القُبّة والمقاطر لها فلزم من كلامهم ان العمارة فى النصف الشمالى باسره واما اليونانيون فقد انقطع العمران فى جانبهم ببحر اوقيانوس

« On lit dans les livres des Indiens que la moitié du globe « de la terre est de l'eau, et l'autre moitié de l'argile, c'est- « à-dire que la terre est moitié continent et moitié mer ; qu'aux « quatre cadrans de la ligne équinoxiale il y a quatre lieux, « savoir : Djemkout, du côté de l'orient ; Roum, du côté de l'oc- « cident ; Lanka, qui est la coupole du monde, et l'antipode de « Lanka. Il résulte de ce récit que la partie du monde habitable « se trouve tout entière dans l'hémisphère septentrional, etc. »

Le mot *aryn,* ارين qui ne paraît pas être d'origine arabe, se dit spécialement des lieux situés sous l'équateur et où les jours sont égaux à la nuit[1]. La *coupole d'aryn*, قبة ارين, ou, comme

[1] *Notices et extraits des manuscrits de la bibliothèque du Roi, t. X, page* 39 : Voici ce que M. le baron Sylvestre de Sacy rapporte dans son analyse de l'ouvrage du seid Scherif-Zein-Eddin Abou'l-Hhassan Ali, fils de Mohammed Djordjani, intitulé : تعريفات *définitions :*

الارين محل الاعتدال فى الاشياء ونقطة فى الارض يستوى معها ارتفاع القطبين فلا ياخذ هناك الليل من النهار ولا النهار من الليل وقد نقل عرفا الى محلّ الاعتدال مطلقا

Aryn. — Le lieu d'une proportion moyenne dans les choses (c'est-à-dire où les qualités comme le chaud, le froid, l'humidité, etc., sont tempérées et sans excès) ; un point sur la terre à une hauteur égale des deux pôles, en sorte que la nuit n'empiète point sur la durée du jour, ni le jour sur la durée de la

on le trouve écrit quelquefois, la *coupole de azin*, a une signification un peu plus restreinte et se dit d'un certain point de la circonférence de l'équateur où quelques astronomes avaient placé leur premier méridien : Aboul-Hbassan est de ce nombre. On peut être porté à croire que la coupole d'aryn et le pays de Lanka sont synonymes; ce qu'il y a de certain, c'est que tous deux jouent un grand rôle dans les idées cosmographiques et mythologiques de l'Inde et de la Perse. On lit dans le manuscrit arabe, n° 581 de la Bibliothèque royale, f° 4 v°, « que la coupole d'aryn « est le nom d'un château très-grand et très-fort qui sert de re« traite aux démons, et où Iblis a placé son trône. » Suivant les Manichéens, c'était le centre du monde créé, le siége des deux principes contraires, la lumière et les ténèbres, le bien et le mal; suivant les Indiens, c'est le théâtre d'autres événements non moins merveilleux; l'auteur ajoute que là se réunissent les angles des quatre cadrans de la terre, et que ce point est comme serait un bouton sur une robe qui envelopperait le monde.

Le pays de Lanka, que nous croyons être Ceylan, était beaucoup plus grand que cette île, et s'étendait, dans les idées des Indiens, jusqu'au delà de l'équateur au sud, et à l'ouest jusqu'aux îles Maldives; c'est par ce pays qu'ils faisaient passer leur premier méridien; la coupole d'aryn serait donc, comme le suppose le savant académicien, un point de Lanka situé sous l'équateur; il ne manque plus maintenant que de pouvoir comparer quelques observations indiennes à celles que nous ont transmises les Arabes, pour déterminer sa position exacte, et lever tous les doutes à cet égard.

L.-Am. Sédillot.

nuit. Ce mot a passé dans l'usage ordinaire, pour signifier d'une manière générale un lieu d'une température moyenne.

DEUXIÈME PARTIE.

DE LA CONSTRUCTION DES INSTRUMENTS.

OBSERVATION SUR LES FIGURES.

Les figures comprises dans cette seconde partie du traité d'Aboul-Hhassan sont souvent inexactes, et nous avions l'intention d'en indiquer les défauts de construction. Mais comme il est aisé de les reconnaître à la seule inspection, en comparant celles du manuscrit à celles que nous donnons, nous avons supprimé ces observations. S.

DEUXIÈME PARTIE.

DES CONSTRUCTIONS.

LIVRE PREMIER.

EXPOSÉ DES PROPOSITIONS PRÉLIMINAIRES DONT LA CONNAISSANCE EST NÉCESSAIRE POUR LES CONSTRUCTIONS.

PROPOSITION PREMIÈRE.

DIVISER L'ANGLE ABC EN DEUX PARTIES ÉGALES.

Marquez sur la ligne AB le point D à volonté, et prenez sur la ligne BC la ligne BE, égale à BD; puis des deux points D, E, comme centres, et avec la même ouverture de compas, décrivez deux arcs qui se couperont en un point F. Ensuite placez le bord d'une règle sur les points B, F, et menez la ligne BF : elle partagera la ligne ABC en deux parties égales, ce qu'il fallait exécuter. Fig. 1 et 2.

PROPOSITION II.

DIVISER LA LIGNE AB EN DEUX PARTIES ÉGALES.

Des deux points A et B, comme centres, et avec une même ouverture du compas, décrivez les deux arcs qui se couperont en Fig. 3 et 4.

un point C, et des deux mêmes centres, avec le même rayon ou avec un rayon différent, décrivez du même côté de la ligne AB, ou d'un côté opposé, deux autres arcs qui se couperont eu un point D; ensuite posez le bord d'une règle sur les points C, D, et tirez la ligne CD : elle divisera en deux parties égales la ligne donnée, ce qu'il fallait exécuter.

Fig 5 et 6. NOTA. L'auteur ajoute ici deux figures par lesquelles il indique, quoique sans en parler, que la même construction sert aussi à diviser un arc donné en deux parties égales.

PROPOSITION III.

CONSTRUIRE AU POINT A, COMME SOMMET, UN ANGLE ÉGAL A L'ANGLE DONNÉ BCD.

Fig 7 et 8. Du poiut C, comme centre, décrivez l'arc BD, qui a pour limites les deux côtés de l'angle donné; ensuite, du point A, comme centre, et avec la même ouverture du compas, décrivez l'arc GF, égal à l'arc BD; puis menez AG et AF : elles formeront l'angle FAG, égal à l'angle BCD, ce qu'il fallait exécuter.

Si le point A était donué sur une ligue droite qui dût être un des côtés de l'angle demandé, la construction serait la même, en observant de placer l'une des extrémités de l'arc GF sur la ligne donnée.

PROPOSITION IV.

CONSTRUIRE UN ANGLE SOUS-DOUBLE D'UN ANGLE DONNÉ BCD.

Pour avoir un angle sous-double d'un angle donné, on divisera celui-ci en deux parties égales, et on aura l'angle demandé. Mais il y a une autre manière, que voici :

Prolongez la ligne DC jusqu'au point A, et, prenant AC, égale à CB, menez AB : l'angle BAC sera sous-double de l'angle BCD. Fig 9

On voit par là, sans que nous ayons besoin de l'expliquer, comment on ferait un angle égal au quart d'un angle donné, ou égal au huitième, au seizième, et ainsi de suite indéfiniment.

PROPOSITION V.

PARTAGER UNE LIGNE AB EN AUTANT DE PARTIES ÉGALES QUE L'ON VOUDRA.

Supposons qu'il s'agisse de la partager en cinq parties. Faites Fig. 10.
au point A un angle quelconque BAC, qui ait pour un de ses côtés la ligne AB, puis faites au point B, de l'autre côté de la même ligne, un angle ABD égal au premier; ensuite retranchez de la ligne AC une partie quelconque AE, et prenez sur BD la ligne BF, quadruple de AE. Alors, posant le bord d'une règle sur les deux points E, F, menez la ligne EF : elle coupera la ligne AB au point G, et la partie AG sera le cinquième de AB, ce qu'il fallait établir.

Si nous eussions voulu diviser la ligne AB en six parties, nous aurions pris BF, quintuple de AE, et AG aurait été le sixième de AB. De même, si on eût voulu diviser AB en sept parties égales, on aurait pris BF, sextuple de AE, et ainsi de suite pour telle subdivision que ce soit.

PROPOSITION VI.

DU POINT A ÉLEVER UNE PERPENDICULAIRE SUR LA LIGNE AB.

PREMIER CAS : LE POINT A ÉTANT A L'EXTRÉMITÉ DE LA LIGNE AB.

Fig. 11 Du point A, comme centre, avec un rayon plus petit que AB, décrivez un arc CD, plus grand que le quart de la circonférence, en conservant l'ouverture du compas; placez l'une des pointes sur le point C, et avec l'autre marquez le point E sur l'arc que vous venez de décrire; ensuite partagez l'arc CE en deux parties égales, portez la moitié de cet arc de E en F, et menez la ligne AF : ce sera la perpendiculaire demandée.

AUTRE CONSTRUCTION.

Fig. 11. Marquez sur AB un point quelconque C, et des deux parties A et C, comme centres, décrivez deux arcs qui se couperont en D; menez la droite CD prolongée indéfiniment vers D, et portant de D en F la distance CD, tirez la ligne AF : ce sera la perpendiculaire demandée.

AUTRE CONSTRUCTION.

Fig. 12. Partagez la ligne AC en cinq parties égales AH, HI, IK, KL, LC, et d'un rayon égal à quatre parties décrivez du point A, comme centre, un arc de cercle; puis d'un autre rayon égal à AC, et du point K, qui est la limite de la troisième partie, comme centre, décrivez un autre arc qui coupera le premier en un point F, par lequel et par le point A menez la ligne AF : ce sera la perpendiculaire demandée.

AUTRE CONSTRUCTION.

DEUXIÈME CAS : LE POINT A N'ÉTANT POINT A L'EXTRÉMITÉ DE LA LIGNE AB.

Marquez sur cette ligne un point quelconque C, et, prenant AD, égale et opposée à AC, des points C et D, comme centres, décrivez deux arcs qui se couperont en un point F; puis menez par ce point et par le point A la ligne AF, elle sera perpendiculaire à la ligne AB. Fig. 13.

Ceci donne le moyen de construire un angle droit par celle de ces méthodes qu'on voudra choisir.

PROPOSITION VII.

RECONNAÎTRE SI UN ANGLE DONNÉ EST DROIT, AIGU OU OBTUS.

Soit donné l'angle A : menez la ligne BC, qui joint les deux côtés de cet angle, en divisant cette ligne en deux parties égales au point D; de ce point, comme centre, avec un rayon DB, décrivez la demi-circonférence BC. Si cet arc passe par le point A, comme dans la fig. 14, l'angle donné sera droit; si la demi-circonférence passe au delà du point A, comme dans la fig. 15, l'angle donné sera obtus; et si elle passe entre ce point et le diamètre, comme dans la figure 16, l'angle sera aigu. Fig. 14, 15 et 16.

On reconnaîtrait de même si un angle est droit, aigu ou obtus, au moyen d'une perpendiculaire menée par l'une des méthodes précédentes.

PROPOSITION VIII.

RECONNAÎTRE SI UNE SURFACE EST PLANE OU SI ELLE NE L'EST PAS.

Prenez une règle bien dressée et appliquez-la en tous sens sur la surface que vous voulez éprouver. Si d'une extrémité à l'autre tous les points du bord de la règle touchent la surface, cette surface sera plane; autrement elle ne le serait pas.

PROPOSITION IX.

CONSTRUCTION D'UN INSTRUMENT QUI SERT A RECONNAÎTRE SI UN PLAN EST OU N'EST PAS PARALLÈLE A L'HORIZON.

Niveau à balancier Fig. 17.

Prenez une règle bien dressée, AB, de cuivre ou d'un bois bien dur, assez forte pour ne pas ployer; divisez-la en deux parties égales au point S, et percez-y un trou circulaire qui ait pour centre le point S; appliquez aussi à la même règle une languette [examen] OCQ, telle que la perpendiculaire menée du sommet de cette languette à sa base se confonde avec CS, perpendiculaire à la règle AB. Ensuite prenez deux pieds de cuivre ou de bois, dont la base soit triangulaire et les trois faces aussi triangulaires et d'égale dimension, tels que les deux pieds AKHI et BNLM, et fixez solidement la règle sur ces deux pieds, qui sont de même hauteur, de la manière indiquée par la figure, en observant de faire l'angle IAO égal à l'angle MBQ. Si ces pieds étaient carrés, ils seraient également bons.

Après cela, prenez une châsse [ou anse] XY, de la forme de

celle d'une balance, et attachez-la à la règle comme on le fait pour les balances, de manière que le point Z de la pointe intérieure de la châsse soit directement opposé au point C de la languette, afin que votre instrument soit juste; enfin suspendez un plomb à l'extrémité Y de la châsse.

Après cela, lorsque vous voudrez voir si un plan est parallèle à l'horizon, vous poserez l'instrument sur le plan, et si la pointe intérieure de la châsse est dans la direction verticale de l'extrémité de la languette, le plan sera horizontal; autrement il ne le serait pas.

CONSTRUCTION D'UN AUTRE INSTRUMENT POUR LE MÊME OBJET, D'UNE EXÉCUTION PLUS FACILE, MAIS DONNANT DES ÉVALUATIONS MOINS EXACTES.

Prenez deux règles égales et bien dressées, et assemblez-les solidement, de manière qu'elles forment un angle au point A; prenez AD, égale à AE, et fixez la règle DE par ses extrémités aux deux règles AB et AC, puis marquez au milieu de la règle DE le point G; ensuite percez sur la ligne d'assemblage AK, des deux règles AB et AC, un trou circulaire; passez-y un fil de la même grosseur et attachez à ce fil un plomb de la forme Z. Après cela, vous placerez verticalement l'instrument sur le plan dont vous voulez reconnaître la position horizontale, et si le fil à plomb passe par le point G, ce plan sera parallèle à l'horizon; autrement il ne le serait pas. Niveau de poseur. Fig. 18.

PROPOSITION X.

COMMENT ON RECONNAIT SI UN PLAN EST VERTICAL OU NON.

Prenez deux petites tringles de bois dur, et telles que les faces correspondantes soient égales; appliquez l'une sur le plan, vers Fig. 19.

sa partie supérieure, et l'autre un peu au-dessous de la première, de manière qu'elles se correspondent; puis faites descendre de la tringle supérieure un fil à plomb qui passe sur la tringle inférieure; et si le fil touche cette tringle sans être appuyé dessus, le plan sera vertical; autrement il ne le sera pas. La forme qui convient le mieux pour ces tringles est celle du prisme quadrangulaire.

Il y a beaucoup de gens qui laissent appuyer le fil à plomb sur la tringle inférieure, d'une quantité peu apparente à la vérité, mais qui peut répondre à une inclinaison sensible du plan. Pour éviter cette erreur, il faut faire passer entre le fil à plomb et la tringle supérieure qu'il touche une petite règle très-mince, placée parallèlement au fil à plomb, et si elle détache le fil de la tringle inférieure, c'est qu'il n'y était pas appuyé ou que, s'il portait sur cette tringle, ce n'était que d'une quantité inappréciable. Si au contraire la petite règle ne fait pas éloigner le fil à plomb de la tringle inférieure, c'est que ce fil porte sur cette tringle assez fortement pour qu'on y fasse attention.

PROPOSITION XI.

PAR UN POINT DONNÉ H MENER UNE PARALLÈLE A LA LIGNE AB.

Fig. 20. Marquez sur la ligne AB un point quelconque C; menez la ligne CH, et faites au point H un angle CHD, égal à l'angle ACH : la ligne HD sera la ligne demandée.

AUTRE CONSTRUCTION.

Fig. 21. Marquez sur la ligne donnée deux points quelconques AB, et posez l'une des pointes du compas sur le point A et l'autre pointe

sur le point donné H; puis avec la même ouverture du compas décrivez du point B, comme centre, une demi-circonférence. Prenant ensuite la distance AB, posez la pointe du compas sur le point H, et avec l'autre pointe marquez sur la demi-circonférence le point D, par lequel et par le point H faites passer la ligne HD; elle sera parallèle à la ligne AB.

PROPOSITION XII.

PAR UN POINT DONNÉ A SUR LA DEMI-CIRCONFÉRENCE D'UN QUART DE CERCLE DAC MENER DEUX LIGNES DONT L'UNE SOIT PARALLÈLE A BD ET L'AUTRE PARALLÈLE A BC.

Cette construction donne un angle droit par une méthode qui diffère de celles qui précèdent. Fig. 22.

Menez la ligne AB, et après l'avoir divisée en deux parties égales au point G; de ce point, comme centre, décrivez un arc qui coupera BD en E et un autre arc qui coupera BC en F, puis menez les lignes AE, AF : la première sera parallèle à BC et la seconde à BD, ce qu'il fallait exécuter.

PROPOSITION XIII.

TRACER SUR UN PLAN VERTICAL, TEL QUE LA SURFACE D'UNE MURAILLE, UNE LIGNE PARALLÈLE A L'HORIZON.

Prenez une équerre de bois ou de cuivre, et attachez un fil à plomb au point de rencontre des deux côtés de l'angle droit; appliquez cette équerre sur le plan vertical, de manière que le

fil à plomb coïncide avec un des côtés; et en vous dirigeant sur l'autre côté, tracez une ligne sur le plan vertical, cette ligne sera parallèle à l'horizon; et si vous voulez une perpendiculaire à l'horizon, tracez sur le même plan une ligne dirigée sur le côté sur lequel s'applique le fil à plomb.

PROPOSITION XIV.

D'UN POINT A ABAISSER UNE PERPENDICULAIRE SUR UNE LIGNE BC, PROLONGÉE INDÉFINIMENT DE PART ET D'AUTRE.

Fig. 23. Du point A, comme centre, et avec un rayon AD plus grand que la distance du point A à la ligne donnée, décrivez un arc qui coupera cette ligne aux points EF, et, après avoir divisé la partie EF en deux également au point G, menez AG, ce sera la perpendiculaire demandée.

Fig. 24. Si la ligne BC était limitée, de ses deux extrémités, comme centres, on décrirait deux arcs, le premier avec un rayon AB, et le second avec un rayon AC; et, menant par leur point de rencontre G, et par le point A, la ligne AG, ce serait la perpendiculaire demandée.

Si la ligne AG tombait hors de la ligne BC, c'est qu'on ne pourrait abaisser de perpendiculaire du point A sur la ligne limitée BC.

AUTRE CONSTRUCTION.

Par un point quelconque de la ligne BC faites passer une perpendiculaire à cette ligne; si elle rencontre le point A, ce sera la perpendiculaire demandée : si elle ne le rencontre pas, par le point A menez une parallèle à cette première perpendiculaire,

et, prolongeant la parallèle jusqu'à la ligne BC, vous aurez la perpendiculaire demandée.

PROPOSITION XV.

TROUVER LE CENTRE D'UN CERCLE DONNÉ.

Marquez sur la circonférence du cercle deux points quelconques AB, et de ces deux points, comme centres, et avec le même rayon, décrivez deux arcs qui se couperont en un point C; puis, avec un autre rayon et des deux mêmes centres, décrivez les deux arcs qui se coupent en S; menez CS prolongée de chaque côté, jusqu'à la circonférence, et, en la divisant en deux parties égales au point G, ce point sera le centre demandé. Fig. 25.

PROPOSITION XVI.

TROUVER LE RAYON D'UN CERCLE DONT LE CENTRE N'EST PAS CONNU.

Partagez la circonférence en six parties égales, et prenez la corde d'un de ces arcs, ce sera le demi-diamètre ou rayon demandé.

PROPOSITION XVII.

TROUVER LE CENTRE D'UN ARC DONNÉ AC.

Divisez cet arc en deux parties égales au point D, et des points Fig. 26.
ADC, comme centres, décrivez avec un rayon égal, quel qu'il

soit, les arcs qui se coupent aux points E, H, K, G, les deux points E et H étant donnés par la rencontre des arcs qui ont pour centres A et D, et les points G K par la rencontre des arcs qui ont pour centres D et C.

Après cela, menez les lignes EH et GK, et, en les prolongeant jusqu'à ce qu'elles se coupent, le point d'intersection F sera le centre de l'arc donné.

La même construction sert à trouver le centre d'un arc que l'on veut faire passer par trois points donnés qui ne sont pas en ligne droite.

PROPOSITION XVIII.

RETRANCHER DE LA CIRCONFÉRENCE CG UN ARC SEMBLABLE A L'ARC AB DE LA CIRCONFÉRENCE DE.

Fig. 27 et 28. Du centre du cercle CG décrivez une circonférence SF, égale à la circonférence AB; et prenant la corde AB, portez-la de S en F, sur la circonférence que vous venez de décrire; du centre de cette circonférence, menez aux points S et F deux rayons qui couperont la circonférence CG aux points H et K, et l'arc HK de cette circonférence sera semblable à l'arc AB de la circonférence DE.

PROPOSITION XIX.

TROUVER LA DÉCLINAISON D'UN POINT QUELCONQUE DE L'ÉCLIPTIQUE.

Fig. 29. Décrivez un cercle qui représentera celui qui passe par les quatre pôles, et menez les deux diamètres perpendiculaires AB,

CD; AB représentant l'intersection de l'équateur et du cercle passant par les quatre pôles : divisez CD en cinq parties égales, et avec le compas portez l'une de ces parties du centre X en E, sur le diamètre CD; par le point E, menez une parallèle à AB, elle rencontrera la circonférence en G, et l'arc AG sera de 23° 35', c'est-à-dire égal à l'obliquité de l'écliptique. Menez par le point G et par le centre X le diamètre GK, ce sera la commune section du cercle passant par les quatre pôles et de l'écliptique.

Portez le rayon XG sur la circonférence, de G en Q, l'arc GQ sera de 60 degrés; divisez-le en deux parties égales au point H, l'arc GH représentera le signe des Gémeaux, parce que G est supposé le point solsticial [d'été], et l'arc HQ représentera le signe du Taureau. Si vous divisiez le grand segment GBQ en dix parties égales entre elles et à GH, vous auriez les autres signes, et le point K serait le premier point du Capricorne.

Si donc on demandait la déclinaison du premier point du Taureau, lequel est représenté par le point Q, vous abaisseriez de ce point sur le diamètre GK une perpendiculaire qui le rencontrerait en un point M; car si l'on menait une droite du premier point du Taureau au premier point de la Vierge, qui est à égale distance du solstice d'été, cette droite [qui serait perpendiculaire] au diamètre GK le rencontrerait au même point M. Enfin, menez par le point M une parallèle à AB, elle rencontrera la circonférence en S, et l'arc AS sera la déclinaison demandée du premier point du Taureau.

On trouvera de même la déclinaison de tel autre point de l'écliptique que ce soit; car il suffit d'abaisser de ce point une perpendiculaire sur GK, et de mener par le point de rencontre une parallèle à AB, la partie de l'arc AG comprise entre ce diamètre et la parallèle étant toujours égale à la déclinaison du point donné. Nous avons dit précédemment comment on reconnaît si la déclinaison est boréale ou australe.

AUTRE CONSTRUCTION.

Fig 30 Décrivez un cercle qui représentera l'écliptique; menez les deux diamètres AB et CD, dont le premier passe par les premiers points de l'Écrevisse et du Capricorne, et le second par ceux du Bélier et de la Balance; divisez CD en cinq parties égales, et avec un rayon égal à l'une de ces parties décrivez le cercle inscrit FQS; puis divisez la circonférence en douze parties égales, pour les douze signes, et prenez CG pour le signe du Bélier, GH pour celui du Taureau, et ainsi de suite.

Après cela, si on demande la déclinaison du premier point du Taureau, menez par ce point et par le centre X une droite GX; elle coupera le petit cercle au point F, par lequel vous mènerez une parallèle à CD, qui rencontrera l'écliptique au point E, et l'arc CE sera égal à la déclinaison demandée du premier point du Taureau.

Vous trouverez de même la déclinaison des autres points de l'écliptique.

AUTRE CONSTRUCTION.

Fig 31 Décrivez un cercle dans lequel vous mènerez deux diamètres perpendiculaires AB et CD; divisez le rayon AX en deux parties égales au point F, et, portant la moitié du rayon sur AB prolongée de A en G, menez GH parallèle à CD; puis divisez le quart du cercle BD en trois parties égales BL, LK, KD, et, regardant le point B comme le point équinoxial du printemps, BL représentera le signe du Bélier, LK celui du Taureau, et KD celui des Gémeaux.

Après cela, si on demande la déclinaison du point L, menez par ce point une parallèle à BG, qui rencontrera GH au point P, par lequel vous mènerez PB : cette ligne coupe DX en T. Menez

TM, parallèle à AB, elle rencontre la circonférence en M, et l'arc BM est égal à la déclinaison demandée. On fera de même pour avoir la déclinaison de tout autre point de l'écliptique.

AUTRE CONSTRUCTION.

Décrivez le quart de cercle ABC; prenez l'arc BD, égal à l'obliquité de l'écliptique, et, supposant que BE est la distance à l'équinoxe du point dont on demande la déclinaison, menez par le point E une parallèle à AB, qui rencontrera AC au point F, par lequel vous abaisserez sur AD la perpendiculaire FG : vous aurez par là AG, qui est le sinus de la déclinaison du point donné. Fig. 32.

Portez AG de A en H, et menez HS, parallèle à AB : l'arc BS compris entre la parallèle et le rayon AB sera la déclinaison demandée.

On voit par là comment on pourrait déterminer un arc inconnu dont la déclinaison serait donnée.

PROPOSITION XX.

TROUVER LA HAUTEUR MÉRIDIENNE D'UN POINT QUELCONQUE DE L'ÉCLIPTIQUE, A QUELQUE LATITUDE QUE CE SOIT.

Décrivez un cercle qui représentera le méridien, et menez les deux diamètres perpendiculaires AB et CD, dont le premier AB représente la commune section du méridien et du premier vertical, et le second CD celle du méridien et de l'horizon. Le premier A sera le zénith, B le nadir, D le vrai point nord, et C le vrai point sud. Fig. 33.

Cela étant, retranchez de l'arc AD ou de l'arc AC, selon que la latitude est méridionale ou septentrionale, un arc AT égal à cette latitude : le reste de AD ou AC sera la hauteur méridienne du premier point du Bélier dans le lieu donné.

Si vous voulez la hauteur méridienne de tout autre point de l'écliptique, prenez sur la circonférence décrite un arc égal à la déclinaison de ce point, et portez cet arc de T en M, vers le point nord si la déclinaison est boréale, ou vers le point sud si la déclinaison est australe, et la hauteur méridienne du point proposé sera, dans le premier cas, l'arc DM, et, dans le second cas, CM.

On voit par là comment on pourrait trouver la déclinaison [d'un point de l'écliptique] d'après sa hauteur méridienne et la latitude du lieu, et la latitude du lieu d'après la déclinaison et la hauteur méridienne d'un point quelconque de l'écliptique.

PROPOSITION XXI.

TROUVER L'OMBRE HORIZONTALE ET L'OMBRE VERTICALE CORRESPONDANT A UNE HAUTEUR DONNÉE.

Fig 34 Décrivez un cercle que vous regarderez comme un vertical; menez deux diamètres perpendiculaires AB, CD, et que A soit le zénith.

Prenez sur le rayon OB la quantité OL, pour module, et sur le rayon OD la même quantité de O en T; menez TP, parallèle à AB, et LS, parallèle à CD; et, prenant sur AC l'arc CK à la hauteur donnée, menez KO et prolongez cette ligne jusqu'à ce qu'elle coupe TP en R et LS en Q : la ligne LQ sera l'ombre horizontale, et TR l'ombre verticale; ce qu'il fallait trouver.

Si on retranchait la hauteur donnée CK de 90°, qu'on portât le reste sur l'arc AC [de C en F] et qu'on menât une droite par l'extrémité [F] qui est vers A et par le centre, cette droite prolongée rencontrerait LS [en V], et la ligne comprise entre ce point de rencontre et le point L serait égale à l'ombre verticale et de la hauteur CK.

D'après ces constructions, on doit voir aisément comment on déterminerait géométriquement la hauteur d'une ombre horizontale donnée, ou l'une des deux ombres d'après l'autre. Cependant voici une autre manière de déduire une ombre de l'autre:

Menez les deux lignes AB et BC, faisant entre elles un angle quelconque; prenez sur AB la ligne BD, égale à l'ombre connue, puis sur DA la ligne DE, égale au corps; portez aussi cette valeur du corps de B en F, et, après avoir mené DF, menez par le point E la ligne EG, parallèle à DF : cette parallèle rencontre BC en G, et la ligne GF est égale à l'ombre cherchée, parce que l'ombre connue est au corps comme le corps est à l'ombre inconnue. Fig. 35.

PROPOSITION XXII.

CONNAISSANT LES OMBRES HORIZONTALE ET VERTICALE D'UNE MÊME HAUTEUR, TROUVER LE CORPS DE CES DEUX OMBRES.

Prenez sur la ligne AB, prolongée indéfiniment vers B, la ligne AC, égale à l'une des deux ombres, et CE, égale à l'autre ombre; divisez AE en deux parties égales au point D, et de ce point, comme centre, avec un rayon DA, décrivez une demi-circonférence; élevez sur AE, au point C, une perpendiculaire qui coupera la demi-circonférence au point F, et la ligne CF sera égale au corps demandé. Fig. 36

PROPOSITION XXIII.

ÉTANT DONNÉE UNE LIGNE ÉGALE A LA SOMME DES OMBRES HORIZONTALES DE DEUX HAUTEURS CONNUES, TROUVER LA VALEUR DE CHACUNE DE CES DEUX OMBRES ET CELLE DE LEUR CORPS.

Fig. 37. La ligne AB étant égale à la somme des ombres horizontales des deux hauteurs 20° et 30°, pour avoir l'ombre de chacune de ces hauteurs [et la longueur de leur corps], du point A, comme centre, avec un rayon AB, décrivez l'arc BC; et du point B, comme centre, avec le même rayon, décrivez l'arc AD; ensuite prenez sur BC l'arc BE de 20°, et sur AD l'arc AF de 30°, et menez les deux droites AE, BF : elles se rencontreront en un point G, par lequel, en abaissant sur AB la perpendiculaire GH, vous aurez AH égale à l'ombre horizontale de 20°, BH égale à celle de 30°, et GH égale au corps de ces deux ombres, ce qu'il fallait établir.

PROPOSITION XXIV.

TROUVER LE CORPS D'UNE OMBRE DONNÉE DONT LA HAUTEUR EST CONNUE.

Fig. 38 Décrivez un cercle dans lequel vous mènerez les deux diamètres perpendiculaires AB, CD; prenez sur l'arc AC un arc CK, égal à la hauteur donnée, et menez KS, qui passe par le centre du cercle. Si l'ombre donnée est horizontale, prenez sur ED la ligne EF, égale à cette ombre, et menez par le point F, et parallèlement à AB, la droite FH, qui rencontre ES en H : cette droite FH sera le corps de l'ombre donnée; mais si l'ombre donnée est

verticale, posez-la sur EB de E en G, et, menant par le point G une parallèle à CD, elle rencontrera ES en un point I, et la ligne GI sera le corps demandé.

On voit par là comment on pourrait trouver une ombre quelconque et son corps, si la hauteur de cette ombre et son diamètre étaient donnés, et comment on trouverait une ombre d'après son diamètre, et le corps d'après l'ombre et le diamètre.

PROPOSITION XXV.

ÉTANT DONNÉS UNE OMBRE ET SON CORPS, TROUVER POUR UN AUTRE CORPS L'OMBRE QUI CORRESPOND A L'OMBRE DONNÉE.

Faites un angle droit qui ait pour côtés le premier corps AB Fig. 39.
et son ombre BC; menez AC prolongée indéfiniment vers G, et prolongez de même indéfiniment AB vers H; ensuite prenez sur AH la ligne AE, égale au second corps, et par le point E menez ED, parallèle à BC et terminée à la ligne AG : cette parallèle sera égale à l'ombre demandée.

PROPOSITION XXVI.

ÉTANT DONNÉS DEUX PLANS QUI SE RENCONTRENT A ANGLE DROIT, ET SUR L'UN DE CES DEUX PLANS UN CORPS QUI LUI SOIT PERPENDICULAIRE ET DONT UNE PARTIE DE L'OMBRE PORTÉE SE PROJETTE SUR L'AUTRE PLAN.

Pour déterminer [la grandeur de] cette ombre portée sur le second plan et le corps auquel elle se rapporte, prolongez indéfiniment la trace de l'ombre portée sur le second plan, et par

le sommet du corps posé sur le premier plan, menez une perpendiculaire sur l'ombre prolongée, cette perpendiculaire sera égale au corps de cette ombre portée sur le second plan, et c'est à ce corps que cette ombre doit être rapportée.

PROPOSITION XXVII.

TROUVER LA HAUTEUR DE L'ASHRE D'UN POINT QUELCONQUE DE L'ÉCLIPTIQUE[1].

Nous allons expliquer ceci par un exemple, et nous supposerons qu'on demande la hauteur de l'ashre du commencement du Bélier, pour un lieu situé à 30° de latitude septentrionale.

Fig. 40. Décrivez un cercle que vous regarderez comme le vertical de l'ashre du commencement du Bélier dans le lieu donné; menez les deux diamètres perpendiculaires AB, CD, et que A soit le zénith.

Prenez sur AC l'arc [CF] égal à la hauteur méridienne du commencement du Bélier, à la latitude donnée, et sur le rayon EB la ligne EG, égale au corps qui vous sert de module; ensuite menez par le point G, et parallèlement à CD, la ligne GS, que vous prolongerez indéfiniment vers S.

Puis, par le point F et par le centre E, menez FH, qui vous donnera GH pour l'ombre horizontale à midi vrai, à 30° de latitude, lorsque le soleil est au commencement du Bélier.

Ajoutez à GH la ligne HT, égale à EG [c'est-à-dire au corps], vous aurez GT pour ombre horizontale de la hauteur de l'*ashre*. Menez par le point T et par le centre E la ligne TI, qui ren-

[1] C'est-à-dire trouver la hauteur du soleil au moment où commence l'*ashre*, qui est un temps de l'après-midi, en quelque point de l'écliptique que se trouve le soleil le jour donné. (Voy. Ire partie, chap. XLVI.)

contre l'arc AC en I : l'arc CI sera la hauteur demandée de l'*ashre* du commencement du Bélier.

S'il n'y avait pas d'ombre horizontale à midi vrai, la hauteur de l'*ashre* serait égale à la moitié de l'arc AC, c'est-à-dire de 45 degrés.

PROPOSITION XXVIII.

TROUVER LES HAUTEURS DES HEURES DE TEMPS, POUR QUELQUE POINT DE L'ÉCLIPTIQUE ET QUELQUE LATITUDE QUE CE SOIT, PAR UNE MÉTHODE FONDÉE SUR CE QUE NOUS AVONS DIT DANS LE CHAPITRE XXXIX DE LA PREMIÈRE PARTIE.

Nous expliquerons cette proposition par un exemple, et nous supposerons qu'on demande les hauteurs des heures de temps dans un lieu situé à 30° de latitude septentrionale, lorsque le soleil est dans le premier point des Poissons.

Décrivez le demi-cercle DAC, qui représente la moitié du méridien [au-dessus de l'horizon]; prenez sur CA l'arc CS, égal à la hauteur méridienne du commencement des Poissons à la latitude donnée : cette hauteur est de 48° 28'. Portez-la aussi sur l'arc DA, de D en N, et menez la droite SN, qui coupe en T le rayon EA; puis avec un rayon ET décrivez le demi-cercle inscrit MTO, et divisez le cadran MT en six parties égales ML, LK, KI, IH, HG, GT; menez par les points de division G, H, I, K, L, des parallèles à CM, qui rencontreront l'arc AC en G', H', I', K', L' : l'arc CL' sera la hauteur de la première heure, CK' celle de la seconde heure, CI' celle de la troisième, CH' celle de la quatrième, CG' de la cinquième, enfin CS celle de la sixième heure [c'est la hauteur méridienne]. Fig. 41

Si la hauteur méridienne des points de l'écliptique dont on cherche les hauteurs des heures de temps était de 90°, on divise-

rait l'arc AC en six parties égales, et la première partie vers C serait la hauteur de la première heure; la somme de la première et de la deuxième serait la hauteur de la seconde heure, et ainsi de suite.

La réciproque de cette proposition, qui consiste à trouver les heures [leur durée] d'après les hauteurs, ne présente aucune difficulté.

PROPOSITION XXIX.

TROUVER L'AMPLITUDE ORTIVE DE QUELQUE POINT DE L'ÉCLIPTIQUE QUE CE SOIT, POUR UNE LATITUDE QUELCONQUE.

Nous expliquerons ceci par un exemple, et nous supposerons qu'il s'agit de l'amplitude ortive du commencement de l'Écrevisse, pour un lieu situé à 30° de latitude septentrionale.

Fig. 42. Décrivez un cercle qui représentera le méridien du lieu donné, et menez deux diamètres perpendiculaires AB, CD; prenez sur AC l'arc AH, égal à la déclinaison du commencement de l'Écrevisse, laquelle est de 23° 35'; par le point H, menez HG, parallèle à AB, et, prenant sur AD l'arc DT, égal à la latitude, qui est de 30°, menez par le point T la ligne TK, qui passe par le centre E et va couper HG en S; ce qui vous donne ES, qui est le sinus de l'amplitude ortive du commencement de l'Écrevisse pour la latitude proposée.

Car AB étant la commune section du méridien et de l'équateur, CD celle du méridien et de l'horizon équatorial, HG le diamètre du parallèle du commencement de l'Écrevisse ou la commune section de ce parallèle et du méridien, et TK celle de l'horizon du lieu donné et du même méridien, qui est celui de ce

lieu, l'arc qui a pour sinus la ligne ES doit être l'amplitude ortive du commencement de l'Écrevisse.

Pour avoir cet arc, prenez sur le rayon ED la ligne EL, égale au sinus ES, et par le point L menez LM, parallèle à EB : l'arc BM, qui est celui dont le sinus égale ES, sera l'amplitude ortive demandée.

AUTRE CONSTRUCTION.

Décrivez un cercle que vous regarderez comme le méridien, et menez les deux diamètres perpendiculaires AB et CD, AB étant la commune section du méridien et du premier vertical, et CD celle du méridien et de l'horizon. Fig. 43.

Prenez sur l'arc AC l'arc CK, égal à la hauteur méridienne du commencement de l'Écrevisse dans le lieu donné, laquelle est de 83° 35′, et sur DB, cadran opposé au cadran AC, l'arc DH, égal à la hauteur méridienne du commencement du Capricorne, *nadir* du commencement de l'Écrevisse, laquelle est de 36° 25′; et, menant par les deux points H et K la ligne KH, qui coupe CD en S, la ligne ES sera le sinus de l'amplitude ortive du commencement de l'Écrevisse dans le lieu donné, parce que KH est le diamètre du parallèle de ce point et en même temps la commune section de ce parallèle et du méridien.

AUTRE CONSTRUCTION.

Décrivez un cercle que vous regarderez comme l'horizon, et menez les deux diamètres perpendiculaires AB et CD, AB étant la commune section de l'horizon et du méridien, et CD celle de l'horizon et de l'équateur. Fig. 44.

Prenez sur BC l'arc BF, égal à la latitude donnée, et par le point F menez parallèlement au diamètre CD la ligne FH, qui coupe AB en K et aboutit à la circonférence en H.

Prenez sur HDA l'arc HE, égal à la distance du point dont

vous cherchez l'amplitude ortive, au pôle nord, laquelle est ici de 66° 25'; menez la corde HE; divisez-la en deux parties égales au point S, et de ce point, comme centre, décrivez avec un rayon SE une demi-circonférence, sur laquelle vous porterez de H en G la corde HG, égale à HK; prenant alors avec le compas la corde EG, et conservant cette ouverture de compas, posez une des pointes de l'instrument sur le point K, et avec l'autre pointe vous marquerez sur la circonférence le point T : l'arc DT sera l'amplitude ortive demandée.

PROPOSITION XXX.

TROUVER L'ARC DIURNE D'UN POINT QUELCONQUE DE L'ÉCLIPTIQUE ET LA HAUTEUR EXACTE DES HEURES ÉGALES ET DES HEURES DE TEMPS POUR CET ARC DIURNE, LE TOUT POUR UNE LATITUDE DONNÉE.

Nous expliquerons ceci par un exemple, et nous supposerons qu'on demande l'arc diurne du commencement du Capricorne dans un lieu situé à 30 degrés de latitude septentrionale.

Fig. 45 et 46. Décrivez un cercle que vous regarderez comme le méridien, et tracez les deux diamètres perpendiculaires AB, CD, dont le premier, AB, représente la commune section du méridien [et du premier vertical et le second CD celle du méridien], et de l'horizon; prenez sur AC l'arc AH, égal à la latitude donnée, qui est de 30°, et menez par le point H et par le centre E la ligne HF, elle représentera la commune section du méridien et de l'équateur.

Fig 45. Si le point de l'écliptique dont vous cherchez l'arc diurne a une déclinaison et que cette déclinaison soit australe, la latitude donnée étant septentrionale, prenez sur CH l'arc HT, égal à la

déclinaison, qui est dans cet exemple de 23° 35′, vous aurez l'arc CT pour la hauteur méridienne de ce point, qui est le premier du Capricorne.

Mais si la déclinaison du point dont vous cherchez l'arc diurne est boréale et la latitude donnée septentrionale, retranchez l'arc HT de l'arc HAD, comme on le voit dans la fig. 46. Fig. 46.

Vous feriez le contraire si la latitude était méridionale.

Après cela, abaissez du point T une perpendiculaire TX sur HF, et par le même point T menez TO parallèle à HF, et prolongez-la jusqu'à ce qu'elle rencontre la circonférence en P: cette ligne TP sera le diamètre du parallèle du commencement du Capricorne, et sa partie TO sera le sinus verse de l'arc diurne de ce parallèle à la latitude donnée. Fig. 45 et 46.

Ensuite menez par le point O la ligne ZY, parallèle à TX, cette ligne ZY représentera la commune section de l'horizon et du parallèle du commencement du Capricorne : OE sera le sinus de l'amplitude ortive de ce point, laquelle se mesurera avec la circonférence ABCD, et OK le sinus de sa déclinaison mesurée aussi sur la circonférence ABCD; EK sera le sinus de la différence ascensionnelle du même point, mesurée sur la circonférence Z′XY′.

Enfin du centre E, avec un rayon EX, décrivez le cercle Z′XY′, ce sera le parallèle du commencement du Capricorne, et l'arc Y′XZ′ sera l'arc diurne demandé.

Pour avoir la hauteur des heures de temps de cet arc diurne, divisez l'arc Y′X en six parties égales, et par les points de division menez parallèlement à YZ, intersection de l'horizon et du parallèle, des lignes qui rencontreront le sinus verse de l'arc semi-diurne en des points par lesquels vous mènerez parallèlement à CD des lignes qui rencontreront l'arc CT en des points M, L, N, S, Q, tels que l'arc CM sera la hauteur de la première heure [de temps]; l'arc CL, la hauteur de la deuxième heure; CN, celle de la troi-

sième heure; CS, celle de la quatrième; CQ, celle de la cinquième, et CT, celle de la sixième heure [ou hauteur méridienne].

Fig. 46*, ajoutée. Si on partage le parallèle du commencement du Capricorne en vingt-quatre parties égales, à partir du point Y′, et qu'on mène par les points de division des parallèles à Y′Z′, elles couperont le sinus verse en des points par lesquels, menant des parallèles à OC, ces lignes rencontreront l'arc CH en des points qui donneront exactement la hauteur des heures égales du jour où le soleil décrit le parallèle du commencement du Capricorne.

Fig. 47. Si le point de l'écliptique dont on cherche l'arc diurne n'a pas de déclinaison, comme le premier point du Bélier, son arc diurne est de 180°, et la hauteur des heures se trouve en retranchant de DA l'arc DY, égal à la latitude, et en divisant l'arc YH en six parties égales et menant par les points de division des parallèles à l'horizon équatorial, représenté par la ligne KY, lesquelles rencontreront la commune section FH de l'équateur et du méridien en des points par lesquels, etc. Cette construction se termine comme la précédente.

Nous n'avons pas besoin d'expliquer après cela comment on trouverait la hauteur d'après l'arc de révolution de la sphère, ou cet arc de révolution d'après la hauteur.

AUTRE CONSTRUCTION

POUR TROUVER L'ARC DIURNE D'UN POINT DE L'ÉCLIPTIQUE ET LA HAUTEUR D'APRÈS L'ARC DE RÉVOLUTION, ET RÉCIPROQUEMENT.

Fig. 48. Décrivez un cercle ABCD, qui sera le méridien, dans lequel vous mènerez deux diamètres perpendiculaires AB, CD, dont l'un, AB, sera l'intersection du premier vertical et du méridien, et l'autre, CD, celle de l'horizon et du méridien.

Prenez sur DA l'arc DY, égal à la latitude du lieu donné, le point Y sera le pôle visible [et, menant YI, le point I sera le pôle

caché], l'arc YAN' étant la distance au pôle visible, du point de l'écliptique dont vous cherchez l'arc diurne; abaissez du point N sur YI la perpendiculaire NF, que vous prolongerez jusqu'à ce qu'elle rencontre la circonférence en S, la ligne NS sera le diamètre du parallèle du point dont vous cherchez l'arc diurne, et le point F sera le centre de ce parallèle. Décrivez de ce point, comme centre, la demi-circonférence NHS : ce sera la moitié du parallèle distant du pôle visible de la quantité YN. Menez par le point O la ligne OR parallèle à YI, cette ligne sera la commune section de l'horizon et du parallèle, l'arc NHR la moitié de l'arc diurne demandé, et l'arc HR la différence ascensionnelle.

En même temps si on suppose que RK est l'arc de révolution, en abaissant par le point K la perpendiculaire KL sur NS, et menant LM parallèle à CD, l'arc CM sera la hauteur correspondant à l'arc de révolution RK. D'après cela on aurait facilement l'arc de révolution par la hauteur, celle-ci étant donnée.

Dans cette même figure la ligne FE est le sinus de la déclinaison du point dont on cherche l'arc diurne, et la ligne OE le sinus de son amplitude ortive. Fig. 48.

PROPOSITION XXXI.

TROUVER L'AZIMUT DE LA HAUTEUR QUELCONQUE DE L'ÉCLIPTIQUE, A QUELQUE LATITUDE QUE CE SOIT.

Décrivez un cercle qui représentera le méridien, et menez les deux diamètres perpendiculaires AB, CD; le diamètre AB représentant la commune section du méridien et du premier vertical, et CD celle du méridien et de l'horizon. Fig. 49.

Prenez sur CA l'arc CH, égal à la hauteur méridienne du point de l'écliptique dont vous cherchez l'azimut.

Si ce point n'a pas de déclinaison, menez HE et prenez sur CH une quantité égale à la hauteur donnée. Soit CT cette hauteur, menez TN parallèle à CD, elle coupera HE en N; menez le rayon TE, et du point N la ligne NG parallèle à AB; elle coupera TE en un point G, et la ligne EG sera le sinus de l'azimut. Vous en trouverez l'arc comme vous avez fait pour celui de l'amplitude ortive, et cet arc sera l'azimut demandé.

Fig 50. Si le point de l'écliptique a une déclinaison, cherchez le diamètre de son parallèle comme il a été dit précédemment, soit HOK ce diamètre, et HO le sinus verse de [la moitié de] la partie visible de ce parallèle.

Prenez sur DH l'arc DT, égal à la hauteur donnée, et menez par le point T une parallèle à DC, elle rencontrera le sinus verse de la [moitié de la] partie visible du parallèle en un point N; menez le rayon TE, et par le point N une parallèle à AB, qui rencontrera TE en G, la ligne EG sera le sinus de l'azimut. Si ce sinus tombe dans la partie boréale, l'azimut sera septentrional; s'il tombe dans la partie australe, l'azimut sera méridional.

Lorsque le sinus verse [de la moitié] de la partie visible du parallèle d'un point de l'écliptique coupe la ligne AE, la partie de cette ligne comprise entre le point d'intersection et le centre E est le sinus de la hauteur qui n'a pas d'azimut.

C'est par le même procédé qu'on trouve l'azimut des étoiles fixes, comme on trouve leur amplitude ortive et leur arc de révolution, d'après leur hauteur, au moyen des constructions exposées dans les propositions précédentes.

Quant à la réciproque de cette proposition, c'est-à-dire la détermination de la hauteur d'après l'azimut et la hauteur méridienne, on ne peut y arriver par cette construction, parce qu'elle laisserait quelque chose d'indéterminé, et nous donnerons ci-après

une autre construction, par laquelle il sera facile de résoudre cette question.

AUTRE CONSTRUCTION POUR TROUVER L'AZIMUT.

Décrivez un cercle, que vous regarderez comme le méridien, et tracez-y le diamètre du parallèle du point de l'écliptique dont vous cherchez l'azimut, soit HOK ce diamètre et HO sa partie visible, prenez sur CA l'arc CG, égal à la hauteur donnée, et du point G abaissez sur CD la perpendiculaire GT, cette ligne sera le sinus de la hauteur donnée et TE son cosinus. Fig. 51.

Par le point G menez une parallèle à CD, qui coupera HO en I; par ce point I menez IL, parallèle à AB et prolongée jusqu'à la circonférence en L; prenez avec le compas la distance ET, égale au cosinus de la hauteur, et, conservant l'ouverture de l'instrument, posez l'une des pointes sur le centre E, et avec l'autre marquez sur IL le point M, où elle se termine, après cela posez le bord d'une règle sur les deux points EM, et menez la droite EMN, qui rencontrera la circonférence en N, l'arc BN sera l'azimut demandé.

AUTRE CONSTRUCTION.

Décrivez un cercle comme dans la construction précédente, et prenez sur AC l'arc AF, égal à la latitude du lieu donné. Par le point A menez AG, parallèle à CD, et, posant la règle sur les points E, F, menez EG. Fig. 52

Ensuite prenez sur CA l'arc CH, égal à l'amplitude ortive du point de l'écliptique de la hauteur duquel vous cherchez l'azimut. Par le point H menez une parallèle à CD, qui coupera AE au point T, la ligne TE sera le sinus de l'amplitude ortive.

Prenez sur CA l'arc CI, égal à la hauteur donnée, et par le point I menez une parallèle à CD, qui coupera les lignes GE, AE aux points K, L : la ligne KL sera le *hhissah* de l'azimut.

Prenez sur TA la ligne TM, égale à KL, au cas que la déclinaison du point de l'écliptique et la latitude du lieu soient de dénomination contraire; mais si elles étaient de même dénomination, vous prendriez la différence de KL à TE. Ouvrez le compas de cette quantité [TE ± KL], et, plaçant l'une des pointes sur le centre E, marquez avec l'autre pointe sur la ligne EA un point M[1], par lequel vous mènerez parallèlement à CD la ligne MN.

Ensuite, avec un rayon LA et du centre E, décrivez un arc, qui coupera MN en un point S, par lequel et par le centre E vous mènerez ES, qui, prolongée, coupera la circonférence en Z, et l'arc DZ sera l'azimut demandé.

Nous n'avons pas besoin d'expliquer comment on trouverait l'azimut si le point de l'écliptique n'avait pas de déclinaison, attendu qu'après ce que nous venons de dire, cela ne présente aucune difficulté.

AUTRE CONSTRUCTION.

Fig. 53 Décrivez un cercle qui représentera l'horizon, et menez les deux diamètres perpendiculaires AB, CD; prenez sur BD l'arc BG, égal à la latitude du lieu, et sur BC l'arc BF, égal à BG, et menez GF, qui coupera AB en un point I.

Eusnite prenez sur CA l'arc CQ, égal à la hauteur donnée, et menez par le point Q la ligne QT, parallèle à AB; puis, avec un rayon ET et du centre E de l'horizon, décrivez un cercle, que vous nommerez *cercle de hauteur.*

Après cela prenez sur GAD l'arc GDH, égal à la distance du point de l'écliptique au pôle boréal de l'équateur [et menez la corde GH].

Si la ligne TQ est égale à la ligne IG, prenez la distance GH,

[1] L'auteur ajoute ici : « S'il n'y avait pas de différence entre les deux [TE et KL], la « hauteur [donnée] n'aurait pas d'azimut. » Ceci se rapporte au second cas, c'est-à-dire lorsque la déclinaison et la latitude sont de même dénomination. S.

et, conservant cette ouverture du compas, posez l'une des pointes sur le point I, et avec l'autre faites sur la circonférence du cercle de hauteur une marque par laquelle et par le centre de l'horizon, vous mènerez une ligne qui se terminera à la circonférence du cercle de l'horizon, et l'arc compris entre cette ligne et la ligne d'est [et ouest] du cercle de l'horizon sera l'azimut demandé.

Si la ligne TQ n'est pas égale à la ligne IG, prenez la différence de ces deux lignes. Soit QR cette différence, prenez la distance GH, et, conservant l'ouverture du compas, tracez hors du cercle, fig. 54, une ligne droite, sur laquelle vous prendrez OV, égale à la corde GH. Divisez OV en deux parties égales au point S, et de ce point, comme centre, et avec un rayon SV, décrivez une demi-circonférence, et après cela prenez la distance QR [fig. 53], et portez cette ouverture du compas de V en N [fig. 54]; prenez de même avec le compas la distance NO [fig. 54], et portez-la de I en un point L de la circonférence du *cercle de hauteur;* par le point L et par le centre menez la ligne EL, qui, prolongée, rencontrera la circonférence de l'horizon en un point K : l'arc CK sera l'azimut demandé, et cet azimut sera oriental si la hauteur est orientale, ou occidental si la hauteur est occidentale. Fig. 53 et 54.

Observez que l'azimut de l'ombre est de dénomination contraire à celle de l'azimut du soleil, c'est-à-dire qu'il est du côté opposé, mais que cet azimut et celui du soleil sont tous les deux égaux entre eux.

PROPOSITION XXXII.

TROUVER LA DÉCLINAISON D'UN LIEU QUELCONQUE, RELATIVEMENT AU VRAI POINT D'ORIENT DU LIEU OU L'ON EST.

Décrivez un cercle qui représentera le méridien, et menez les deux diamètres perpendiculaires AB, CD. Fig. 55.

Ensuite prenez sur DA l'arc DG, égal à la latitude du lieu où vous êtes; le point G sera le pôle boréal. Prenez GH, égal au complément de la latitude du lieu dont vous cherchez la déclinaison, en cas que la latitude de ce lieu soit septentrionale, ou égal à 90°, plus la latitude, si cette latitude est méridionale. Ensuite prenez l'arc GDT, égal à GAH, et menez la ligne TH, que vous divisez en deux parties égales au point I.

Du point I, comme centre, avec un rayon IH, décrivez le demi-cercle TKH, lequel est le parallèle qui passe par le zénith du lieu dont vous cherchez la déclinaison. Prenez sur ce demi-cercle l'arc HK, égal à la différence en longitude de ce lieu et de celui où vous êtes : le point K sera le zénith du lieu dont vous cherchez la déclinaison.

Abaissez du point K sur la ligne HT la perpendiculaire KM, et menez par le point M la ligne ML, parallèle à CD : l'arc CL sera la hauteur du point K au-dessus de l'horizon du lieu où vous êtes.

Abaissez du point L sur CD la perpendiculaire LN, la ligne NE sera le cosinus de la hauteur du point K.

Menez par le point M, parallèlement à AB, la ligne MO, qui coupe la circonférence [du méridien] en un point O. Ouvrez le compas de la quantité EN, et, posant une des pointes sur le point E, marquez avec l'autre pointe le point S sur la ligne MO, et menez par ce point et par le centre une droite, qui rencontrera la circonférence [du méridien] en un point V : l'arc BV sera l'azimut du lieu proposé, relativement à celui où vous êtes; lequel azimut est égal à la déclinaison de ce lieu à l'égard de votre vrai point d'orient.

On pourrait encore trouver cette déclinaison par une autre méthode, fondée sur ce que nous avons dit dans les propositions précédentes sur la recherche de l'azimut et de l'arc de révolution.

PROPOSITION XXXIII.

DÉTERMINATION DE LA HAUTEUR DU SOLEIL DANS UN LIEU QUELCONQUE DONT LA LONGITUDE ET LA LATITUDE SONT CONNUES, ET DE L'HEURE DU JOUR DE CE LIEU D'APRÈS L'HEURE DU PAYS OU L'ON EST.

Décrivez un cercle qui représentera le méridien; menez les deux diamètres perpendiculaires AB, CD, et que A soit le zénith du lieu où vous êtes. Fig. 56

Prenez sur le cadran DA l'arc DG, égal à la latitude de votre lieu; le point G sera le pôle visible. Menez par ce point le diamètre GF, F sera le pôle caché, et le diamètre GF sera la commune section du méridien et de l'horizon équatorial.

Cherchez par les méthodes expliquées précédemment le diamètre du parallèle du soleil pour le temps donné : soit HT ce diamètre, S son centre, et HIT sa demi-circonférence.

Prenez sur GDB l'arc DK, égal à la latitude du lieu dont on demande l'heure du jour, et menez par le point K le diamètre KL, qui coupe HT en N : la ligne NE sera [le sinus de] l'amplitude ortive du soleil dans votre lieu.

Menez par les deux points M et N deux lignes parallèles à GF, et terminées à la circonférence HTI; ces lignes seront MO et NV, l'arc HO sera l'arc semi-diurne de votre lieu, et HF l'arc semi-diurne de l'autre lieu; l'arc IO sera la différence ascensionnelle de votre lieu, et IV celle de l'autre lieu. Fig. 56.

Prenez sur le cadran CA l'arc CQ, égal à la hauteur pour le temps compté dans le lieu où vous êtes; menez QZ, parallèle à CD, et ZR, parallèle à GF : l'arc OR sera l'arc de révolution dans votre lieu pour le temps donné; et, s'il n'y a pas de différence entre la longitude de votre lieu et celle de l'autre, l'arc

VR sera l'arc de révolution, au même temps, pour cet autre lieu. Dans ce cas, menez par le point Z la ligne ZU, parallèle à KL; l'arc LU sera la hauteur du soleil, au même temps donné, dans l'autre lieu, c'est-à-dire la hauteur demandée.

Mais si les deux longitudes sont différentes, l'autre lieu sera à l'orient ou à l'occident du vôtre. Dans le premier cas, prenez sur l'arc HIT, qui est la moitié orientale du parallèle diurne, une quantité égale à la différence des longitudes, et soit cette quantité l'arc HX. Pour le second cas, on prendrait cette quantité sur HYT, moitié occidentale du parallèle du jour : l'arc RX sera l'augment de l'arc de révolution au temps donné dans l'autre lieu; et cet augment de l'arc de révolution étant connu, la hauteur le sera aussi, ce qui est manifeste.

Nous observerons seulement qu'on pourrait prendre la différence des deux longitudes sur la moitié orientale du parallèle diurne dans les deux comparaisons, ce qui est évident.

PROPOSITION XXXIV.

TROUVER 1° LA DISTANCE ET L'OMBRE EMPLOYÉE RELATIVES AU PLAN DU MÉRIDIEN; 2° L'OMBRE PORTÉE SUR CE PLAN ET L'AZIMUT DE CETTE OMBRE.

Pour répandre plus de clarté sur ce sujet, nous l'expliquerons par un exemple, dans lequel nous supposerons que le soleil est au commencement du Capricorne et le lieu de l'opération au 30e degré de latitude septentrionale.

Fig. 57 et 58. Décrivez deux cercles égaux, dans chacun desquels vous mènerez deux diamètres perpendiculaires. Que le cercle ABCD représente l'horizon, et le cercle EGHI soit un vertical, dont le centre est Y [et le diamètre EH la commune section du vertical et de l'horizon].

A la rigueur, un seul de ces deux cercles pourrait suffire, mais la construction est plus claire en en faisant deux.

Que le diamètre AD du premier cercle soit la ligne méridienne, le diamètre BC la ligne d'est et ouest, le point A le vrai point sud, et le point C le vrai point d'est, le centre étant en Y. Fig. 57

Observez si, au temps pour lequel on demande ce dont il s'agit, le [centre du] soleil est à l'horizon ou s'il est au-dessus de l'horizon. S'il est à l'horizon, il sera à l'orient ou à l'occident; si c'est à l'orient, prenez la longueur du gnomon sur la ligne BY, c'est-à-dire sur la moitié occidentale de la ligne d'est et ouest; si c'est à l'occident, prenez votre gnomon sur la ligne CY.

Supposons que le soleil soit sur l'horizon occidental; prenez sur YC la ligne YK, égale au gnomon dont vous voulez vous servir; menez par le point K une droite parallèle à AD, prolongée de part et d'autre indéfiniment, et nommez cette ligne *ligne d'horizon*.

Ensuite, prenez sur le cadran BA l'arc BL, égal à l'amplitude occase du premier point du Capricorne; et comme vous la prenez sur le cadran BA, elle est sud-ouest comme ce cadran.

Par le point L et par le centre faites passer une droite LM, qui se termine au point M sur la ligne d'horizon; la ligne MK sera la distance pour la fin de la 12e heure du jour du premier point du Capricorne, et il n'y aura pas d'ombre employée pour ce temps, parce qu'en ce moment le soleil n'a pas de hauteur.

La distance que vous venez de trouver sera l'ombre portée sur le plan du méridien dans le même temps, et l'azimut de cette ombre sera de 90° nord, parce que l'amplitude occase du soleil est australe.

Si au temps proposé le [centre du] soleil est au-dessus de l'horizon, sa hauteur sera ou orientale ou occidentale; si elle est orientale, prenez la longueur du gnomon sur la ligne YB, et si elle est occidentale, prenez cette longueur sur la ligne YC. Sup-

posons qu'elle soit occidentale, prenez cette longueur sur la ligne YC; supposons qu'elle soit occidentale, pour nous servir de la figure telle qu'elle est.

Prenez sur le même cadran BA l'arc BN, égal à l'azimut de la hauteur au temps donné; et comme nous le prenons sur ce cadran, cet azimut sera sud-ouest.

Menez par le point N et par le centre une droite qui rencontre la ligne d'horizon au point O, la ligne KO sera la distance dans le plan donné, à l'instant où l'azimut de la hauteur sera égal à BN.

Fig 58 Prenez sur Y'H la ligne Y'Q, égale à YO, et menez par le point Q une parallèle à GI, que vous nommerez *ligne d'ombre*.

Fig. 57 et 58 Ensuite, prenez sur le cadran EG l'arc EX, égal à la hauteur dont l'azimut est BN, et menez par le point X et par [le centre] Y' une ligne qui rencontrera la ligne d'ombre en X' : QX' sera l'ombre employée relativement au plan donné, dans le temps où la hauteur est égale à EX. Prenez sur Y'I la ligne Y'S, égale à KO, et par le point S menez la droite ST, parallèle à Y'E; prenez sur cette parallèle la ligne SS', égale à QX', c'est-à-dire à l'ombre employée, et, posant le bord d'une règle sur les deux pointes Y' et S', menez la droite Y'S'T' : la ligne Y'S' sera l'ombre portée sur le plan donné au temps donné, et l'arc ET l'azimut de cette ombre.

Vous suivrez la même méthode pour toute autre hauteur et tout autre jour donnés.

A l'égard du plan du méridien dont il s'agit ici, toutes ces choses [distance, ombre employée et ombre portée] sont nulles à midi, et ce que l'on trouverait pour les hauteurs occidentales serait identique à ce que l'on aurait pour les hauteurs orientales égales, telles que celles qui ont lieu au commencement de la huitième heure d'un jour et au commencement de la sixième heure du même jour; c'est sur quoi il faut se régler.

PROPOSITION XXXV.

TROUVER 1° LA DISTANCE ET L'OMBRE EMPLOYÉE RELATIVES AU PLAN DU PREMIER VERTICAL; 2° L'OMBRE PORTÉE SUR CE PLAN ET L'AZIMUT DE CETTE OMBRE, EN QUELQUE TEMPS QUE CE SOIT.

Nous expliquerons encore ceci, pour plus de clarté, par un exemple, dans lequel nous supposerons [comme dans l'exemple précédent] que le soleil est au commencement du Capricorne, et le lieu où l'on est à 30° de latitude septentrionale.

Décrivez deux cercles égaux et menez dans chacun de ces cercles deux diamètres perpendiculaires AB, CD [et EI, GH]; le premier cercle ABCD représentera l'horizon, et le second GIEH un vertical; le diamètre AB du premier cercle sera la ligne méridienne, le diamètre CD la ligne d'est et ouest, et le point A le vrai point sud. Fig. 59 et 60.

Observez si, au temps pour lequel on demande les choses dont il s'agit, le [centre du] soleil est à l'horizon ou au-dessus de l'horizon. S'il est à l'horizon, il sera dans la partie septentrionale ou dans la partie méridionale. S'il est dans la partie septentrionale, prenez la longueur du corps de l'ombre sur la ligne UA, et s'il est dans la partie méridionale, prenez le corps sur la ligne UB; et comme dans cet exemple nous le supposons dans la partie méridionale, prenez sur UB la ligne UO, égale au corps qui vous sert de module.

Menez par le point O, parallèlement à la ligne d'est et ouest, une droite prolongée indéfiniment de part et d'autre, et nommez cette ligne *ligne d'horizon.*

Si le soleil est à l'horizon oriental, prenez son amplitude ortive du côté oriental du cadran où il se trouve; mais comme nous

le supposons à l'horizon occidental, prenez sur CA l'arc CL, égal à l'amplitude occase du commencement du Capricorne, que nous prenons sur ce cadran parce qu'elle en fait partie, et menez par le point L et par le centre une droite qui coupe la ligne d'horizon en un point X, la ligne XO sera la distance pour la fin du jour déjà indiqué : cette distance est égale à l'ombre portée sur le plan du premier vertical, et l'azimut de cette ombre est de 90°, parce qu'en ce même temps le soleil n'a pas de hauteur, et c'est aussi pour cette raison qu'il n'y a pas alors d'ombre employée.

Si le [centre du] soleil au temps proposé est au-dessus de l'horizon, sa hauteur est boréale ou elle est australe. Si elle est boréale, prenez la longueur du corps sur la ligne UA, et si elle est australe, prenez cette longueur sur la ligne UB. Dans cet exemple nous la supposons australe, pour nous servir de la figure telle qu'elle est; mais cette hauteur peut être orientale ou occidentale : si elle est orientale, prenez son azimut du côté oriental du cadran dans lequel elle se trouve; si elle est occidentale, prenez son azimut du côté occidental de son cadran. Nous la supposerons occidentale.

D'après cela, prenez sur le cadran CA l'arc CM, égal à l'azimut de la hauteur au temps pour lequel vous voulez connaître tout ce dont il s'agit, et menez par le point M et par le centre U une droite qui coupe la [ligne] d'horizon au point N : la ligne NO sera la distance pour ce temps.

Prenez sur la ligne KH la ligne KF, égale à UN; menez sur le point F une ligne parallèle à KI, et nommez cette ligne *ligne d'ombre*.

Ensuite, prenez sur l'arc GE une quantité GQ, égale à la hauteur au temps pour lequel on demande toutes les choses énoncées ci-dessus : cet arc sera celui dont l'azimut est CM.

Menez par le point Q et par le centre une droite qui coupera

la ligne d'ombre au point X' : la ligne FX' sera l'ombre employée pour le temps proposé.

Prenez sur KI [prolongée s'il est nécessaire] la ligne KS, égale à NO, et par le point S menez une parallèle à KG; sur cette parallèle prenez ST, égale à FX', et menez par les points K et T une droite qui coupera la circonférence en un point R : la ligne KT sera l'ombre portée sur le plan proposé au temps donné, et l'arc GR sera l'azimut de cette ombre

Nous avons dit dans la première partie de cet ouvrage quel devait être le côté de la distance relative au plan proposé, et l'on sait que l'azimut de l'ombre portée sur le plan est de même dénomination que la distance.

Vous suivrez la méthode que nous venons d'exposer pour trouver la distance, l'ombre employée, l'ombre [portée] et son azimut pour tout autre temps.

Observez que, pour le commencement de la septième heure [à midi], il n'y a pas de distance, et que l'ombre employée est alors égale à l'ombre verticale de la hauteur méridienne du soleil, et qu'elle est aussi égale à l'ombre portée sur le plan proposé. De plus, cette ombre n'a pas d'azimut, parce qu'elle tombe sur une ligne menée du centre du corps [de l'ombre] perpendiculairement à la [ligne] d'horizon. En outre, toutes ces choses deviennent nulles lorsque le soleil est dans le plan du premier vertical.

Observez encore que la distance, l'ombre employée, l'ombre et son azimut, pour un temps quelconque avant le midi vrai de quelque jour que ce soit, sont en tout égales à celles que l'on trouve pour le temps de l'après-midi, auquel temps la hauteur est égale à celle qui avait lieu le matin.

PROPOSITION XXXVI.

TROUVER 1° LA DISTANCE ET L'OMBRE EMPLOYÉE RELATIVES AU PLAN D'UN VERTICAL QUELCONQUE; 2° L'OMBRE PORTÉE SUR CE PLAN ET L'AZIMUT DE CETTE OMBRE, EN QUELQUE TEMPS QUE CE SOIT.

Nous allons, pour nous faire mieux comprendre, expliquer ceci par un exemple, dans lequel nous supposerons que le soleil est au commencement du Capricorne, que le lieu donné est à 30° de latitude septentrionale, et la déclinaison du vertical dont il s'agit, à l'égard du sud, telle, que ce plan décline vers l'ouest de 45°.

Fig. 61 et 62. Décrivez deux cercles égaux, dont l'un représentera l'horizon, et l'autre le vertical en question.

Menez dans le cercle de l'horizon deux diamètres perpendiculaires AB, CD, le centre étant en E; que AB soit la ligne méridienne et CD la ligne d'est et d'ouest, le vrai point sud étant supposé en A, les trois autres termes de l'horizon [ou points cardinaux] se trouveront par là déterminés.

Menez de même dans le vertical deux diamètres perpendiculaires NR, LM, le centre étant en U et le point N le zénith.

Prenez sur le cadran AD l'arc AI, égal à la déclinaison du vertical à l'égard du sud, laquelle est de 45°. On la prend ici sur ce cadran, parce qu'elle s'y trouve effectivement.

Menez par le point I le diamètre IK, ce diamètre sera la commune section de l'horizon et du vertical; menez le diamètre OV, perpendiculaire au diamètre IK.

Alors observez si, au temps pour lequel on demande les choses énoncées dans le titre de cette proposition, le [centre du] soleil est à l'horizon ou au-dessus de l'horizon.

S'il est à l'horizon, il sera à l'orient ou à l'occident; s'il est à l'orient, prenez son amplitude ortive du côté oriental du cadran dans lequel il se trouve, et s'il est en même temps placé sur l'arc [ou demi-cercle] IOK, prenez la longueur du corps [de l'ombre] sur la ligne EV; mais s'il est sur l'arc IVK, prenez la longueur de ce corps sur la ligne EO.

Nous supposerons dans cet exemple que le soleil est à l'horizon oriental; c'est pourquoi nous prendrons son amplitude ortive CT sur le cadran CA, où il se trouve; nous le supposerons aussi dans la demi-circonférence IOK, et à cause de cela, nous prendrons le corps sur la ligne EV, soit EG ce *corps*.

Menez par le point G, parallèlement à IK, une droite prolongée indéfiniment de part et d'autre, et nommez cette ligne *ligne d'horizon*.

Par le point T et par le centre, menez la droite TT', qui coupe en T' la ligne d'horizon, GT' sera la distance demandée au temps donné.

Cette distance sera aussi l'ombre portée sur le plan donné, et l'azimut de cette ombre sera de 90°, parce que le soleil n'a point de hauteur, pour quelle cause il n'y a pas non plus d'ombre employée en ce même temps.

Si le soleil est au-dessus de l'horizon, son azimut sera oriental ou occidental; s'il est oriental, prenez un arc égal à cet azimut du côté oriental du cadran dans lequel il se trouve, et s'il est occidental, prenez-le du côté occidental de son cadran.

Si cet arc [égal à l'azimut] se termine dans le demi-cercle IOK, prenez la longueur du corps sur la ligne EV, et s'il se termine dans le demi-cercle IVK, prenez la longueur du corps sur la ligne OE.

Nous supposerons que l'azimut est oriental, et qu'il se termine dans le demi-cercle IOK, pour nous servir de la figure dans l'état où elle est, soit CX cet azimut.

Menez par le point X et par le centre une droite qui coupe la ligne d'horizon en X', la ligne GX' sera la distance au temps donné, et la ligne EX' le corps de l'ombre employée au même temps.

Prenez sur le rayon UM du cercle de hauteur la ligne UQ, égale à EX'; par le point Q menez parallèlement à NR une droite prolongée indéfiniment de part et d'autre, et nommez cette ligne *ligne d'ombre.*

Ensuite prenez sur le cadran LN l'arc LS, égal à la hauteur au temps donné, et par le point S et par le centre, menez une droite qui coupe la ligne d'ombre en S', la ligne QS' sera l'ombre employée pour le temps donné.

Terminez cette construction comme les précédentes, et vous trouverez l'ombre portée et son azimut d'après la distance et l'ombre employée comme vous l'avez déjà fait, et vous suivrez la même méthode pour tel temps donné que ce soit.

A midi la distance est égale à la partie de la ligne d'horizon comprise entre le point G et la ligne méridienne : c'est dans cet exemple la ligne GG', et lorsque le soleil est dans le premier vertical, la distance est égale à la partie de la ligne d'horizon comprise entre le corps et la ligne d'est et d'ouest : c'est dans cet exemple la ligne GG".

PROPOSITION XXXVII.

TROUVER 1° LA DISTANCE ET L'OMBRE PORTÉE RELATIVES A UN PLAN INCLINÉ SANS DÉCLINAISON A L'ÉGARD DE LA MÉRIDIENNE ; 2° L'OMBRE PORTÉE SUR CE PLAN ET L'AZIMUT DE CETTE OMBRE, LORSQUE LE CORPS POSÉ SUR LE PLAN EST PARALLÈLE A L'HORIZON.

Nous expliquerons cette proposition, comme les précédentes, par un exemple, dans lequel nous supposerons de même que le

soleil est au commencement du Capricorne et le lieu donné à 30° de latitude septentrionale.

Décrivez deux cercles égaux, et menez dans chacun deux diamètres perpendiculaires; que le premier cercle ABCD soit l'horizon, et le second EGHI un vertical, le point A le vrai point sud, d'après lequel on connaît les trois autres points cardinaux, et la ligne AB la ligne méridienne. Fig. 63 et 64.

Observez ensuite si le plan donné est incliné vers l'orient ou vers l'occident; s'il est incliné vers l'orient, prenez son inclinaison sur le cadran AC, et s'il est incliné vers l'occident, prenez son inclinaison sur le cadran AD.

Nous le supposerons incliné vers l'orient; ainsi prenez sur le cadran AC l'arc AY, égal à son inclinaison, et menez par le point Y, parallèlement à la ligne méridienne, une droite prolongée indéfiniment de part et d'autre, et nommez cette ligne *ligne d'horizon.*

Cette ligne d'horizon rencontre nécessairement la ligne CD, c'est-à-dire la ligne d'est et d'ouest, et celle-ci la coupe en un point K, ce qui donne KL pour la longueur du corps, et KY pour celle du corps de l'ombre horizontale. Si le temps pour lequel on demande ce dont il s'agit est après le midi vrai, cherchez la distance et l'ombre employée par la méthode de la XXXIV[e] proposition : cette distance sera égale à KM, et le corps de l'ombre employée à LM.

Prenez sur le cadran GE [du vertical] l'arc GV, égal à la hauteur au temps donné, et sur la ligne NI la ligne NS, égale au corps de l'ombre horizontale [KY], et sur la ligne NH la ligne NO, égale à la ligne LM, corps de l'ombre employée; menez OS, et par le point V et par le centre faites passer une droite, qui coupera OS au point Q: la ligne OQ sera l'ombre employée pour le temps proposé, la ligne KM étant la distance pour le même temps.

Prenez sur NG la ligne NS', égale à la distance [KM], et faites

au point S′ un angle NS′T, égal à l'angle NOQ, et, prenant S′T, égale à OQ, menez par [le centre] N et par le point T une droite, qui coupera la circonférence en T′ : l'arc IT′ sera l'azimut de l'ombre, et la ligne NT sera l'ombre.

Lorsque le [centre du] soleil n'a pas de hauteur, il n'y a pas d'ombre employée : l'ombre est égale à la distance et son azimut est de 90°.

Lorsque le temps donné est l'instant du midi vrai, il n'y a ni distance ni ombre employée, et il faut prendre pour [ombre] employée l'ombre du corps de l'ombre horizontale, ce qui est manifeste, car on prendrait sur le cadran GE un arc GX, égal à la hauteur méridienne ; et si, après avoir mené par le point X et par le centre une droite indéfinie, et par le point S une autre droite SH′, parallèle à NH, on prolonge ces deux droites jusqu'à ce qu'elles se rencontrent en un point H′, la ligne SH′ sera l'ombre portée sur le plan incliné au midi vrai.

Si le temps donné est avant midi, toutes les choses dont il s'agit ne se calculent pas [ordinairement] pour le plan donné, parce qu'on ne calcule de ces choses, pour les plans inclinés, que ce qui tombe du côté de leur inclinaison.

Mais pour rendre cette proposition plus complète, nous allons exposer comment on peut les calculer.

Soit donc le temps donné avant midi vrai, prenez sur la ligne NE la longueur du corps KY de l'ombre horizontale, et cherchez la distance et le corps de l'ombre employée par les méthodes précédentes.

Ensuite prenez sur la ligne NH une quantité égale au corps de l'ombre employée, et joignez son extrémité à celle du corps de l'ombre horizontale.

Ensuite prenez sur le cadran GE un arc égal à la hauteur au temps donné, et par l'extrémité de cet arc et par le centre menez une droite ; prolongez cette ligne et celle qui passe par l'extrémité

des corps de l'ombre employée et de l'ombre horizontale jusqu'à ce que ces deux droites se rencontrent, la ligne qui joint le point de rencontre et [l'extrémité] du corps de l'ombre employée sera égale à l'ombre employée.

Le reste de cette construction ne présente aucune difficulté.

On n'en éprouve non plus aucune dans la recherche des choses énoncées dans le titre de cette proposition, relativement aux plans inclinés qui n'ont pas de déclinaison à l'égard de la ligne d'est et d'ouest.

PROPOSITION XXXVIII.

TROUVER LA DISTANCE ET L'OMBRE EMPLOYÉE RELATIVES A UN PLAN INCLINÉ, AVEC DÉCLINAISON A L'ÉGARD DE LA MÉRIDIENNE ET DE LA LIGNE D'EST ET OUEST.

Décrivez deux cercles égaux, dans chacun desquels vous mènerez deux diamètres perpendiculaires, le premier cercle ABCD représentant l'horizon, et le second LNSO étant un vertical. Fig. 65 et 66.

Que AB soit la méridienne, A le vrai point sud, et L du vertical le zénith.

Si le côté méridional du plan donné s'éloigne du point sud vers l'orient, prenez sa déclinaison sur le cadran AC, et s'il s'en éloigne vers l'occident, prenez sa déclinaison sur le cadran AD.

Supposons qu'il décline vers l'orient, prenez sur CA l'arc AF, égal à la déclinaison, et déterminez [par le diamètre FEY] le point Y, diamétralement opposé au point F.

Ensuite, si l'inclinaison du plan incliné est orientale, prenez sur l'arc FCY un arc égal à cette inclinaison; si elle est occidentale, prenez cet arc sur l'arc FKY.

Supposons que l'inclinaison est orientale, prenez sur l'arc FCY

l'arc FC, égal à cette inclinaison, et par le point C menez parallèlement à FI une droite, que vous nommerez *ligne d'horizon;* puis, par le point E, abaissez une perpendiculaire EH sur la ligne d'horizon, la ligne EH sera la longueur du corps.

Par le point F menez une parallèle à AE; elle rencontrera CD en un point G, et la droite FG sera la longueur du corps de l'ombre horizontale.

Si au temps donné l'azimut du soleil tombe en entier sur l'arc FKI, cherchez la distance de l'ombre employée d'après la méthode exposée dans la XXXVI[e] proposition.

Soit TH la distance et TE le corps de l'ombre employée, prenez sur la ligne QS [dans le vertical] la ligne [QR, égale au corps de l'ombre horizontale, et sur la ligne QO la ligne] QV, égale au corps de l'ombre employée, et menez VR.

Ensuite prenez sur le cadran NL l'arc NM, égal à la hauteur au temps donné, et menez par le point M et par le centre une droite, qui rencontre VR en un point X: la ligne VX sera égale à l'ombre employée.

La distance ayant déjà été déterminée, le reste de l'opération ne présente plus de difficulté. Lorsqu'au temps donné l'azimut du soleil est dans l'arc FCI, les quantités trouvées ne se calculent pas, d'après ce qui a été dit dans la proposition précédente.

PROPOSITION XXXIX.

TROUVER L'OMBRE PORTÉE SUR UN PLAN INCLINÉ PAR UN CORPS PERPENDICULAIRE A CE PLAN, LORSQUE L'INCLINAISON ET L'AZIMUT SONT CONNUS.

D'après ce que nous avons dit précédemment, il en est d'un plan incliné, dont on connaît l'inclinaison et l'azimut, comme de

l'horizon d'un lieu dont on connaît la latitude et la longitude, et nous avons vu, dans la XXXIII[e] proposition, que, quand on connaît la longitude et la latitude d'un lieu, ainsi que la hauteur du soleil dans le lieu où l'on est, la hauteur du soleil dans l'autre est aussi connue, et que, quand la hauteur est connue, l'ombre et son azimut le sont aussi.

Ainsi vous pouvez déterminer l'ombre [dont il s'agit ici] et son azimut d'après la distance et l'ombre employée, ce qui est manifeste; mais on peut les déterminer d'une autre manière, comme vous le verrez par la suite.

PROPOSITION XL.

TROUVER LA LIGNE MÉRIDIENNE ET LA LIGNE D'EST ET OUEST.

Tracez un cercle dans le plan de l'horizon et élevez au centre un gnomon perpendiculaire à ce plan.

Pour cela, prenez un cône droit à base circulaire, et du centre du cercle que vous venez de décrire, tracez un autre cercle égal à celui de la base du cône, et appliquez la base du cône sur le second cercle, de manière que les deux circonférences coïncident parfaitement : la flèche [ou axe] du cône sera perpendiculaire au plan de l'horizon et tombera sur le centre du cercle.

Ou autrement : Prenez un triangle de cuivre ou d'un bois solide, dont les deux côtés soient égaux, et par l'intersection de ces deux côtés abaissez une perpendiculaire sur la base : en quelque lieu que vous placiez ce triangle, s'il est perpendiculaire au plan de l'horizon, la perpendiculaire à sa base sera perpendiculaire à l'horizon, et si vous placez le pied de cette perpendiculaire sur le centre du cercle dont nous venons de parler, elle sera perpendiculaire au plan de ce cercle.

Préparez les choses de manière que l'ombre du gnomon à midi soit plus courte que le rayon du cercle; ensuite observez lorsque l'ombre du gnomon se termine avant midi à la circonférence du cercle, et faites une marque en ce point de la circonférence : faites la même observation après midi, et marquez sur la circonférence le point où se trouve l'extrémité de l'ombre lorsqu'elle s'y termine, et, divisant ensuite en deux parties égales l'arc compris entre les deux points marqués, menez par le point de division un diamètre au cercle, ce diamètre sera la ligne méridienne, et en menant une perpendiculaire à cette ligne dans le plan de l'horizon, cette perpendiculaire sera la ligne d'est et ouest.

AUTRE CONSTRUCTION.

Connaissant le lieu du soleil dans l'écliptique, placez sur un plan parallèle à l'horizon un parallélipipède rectangle, et menez par la commune section de son ombre et des rayons du soleil une ligne droite; puis cherchez l'azimut du soleil pour le temps où vous tracez cette ligne, ensuite décrivez un cercle dont le centre soit sur la ligne et qui soit coupé par cette ligne; prenez du point d'intersection et du côté de la méridienne un arc égal au complément de l'azimut : par l'extrémité de cet arc, et par le centre faites passer une droite, cette droite sera la ligne méridienne; mais la première construction est préférable, surtout quand le soleil est près des solstices, et qu'on marque l'entrée et la sortie de l'ombre sur la circonférence du cercle lorsque la hauteur du soleil est de six degrés ou environ.

Nous donnerons dans la quatrième partie une autre méthode pour tracer une méridienne.

Lorsque le soleil est dans l'équateur, on peut tracer la méridienne comme il suit :

Élevez une perpendiculaire sur le plan de l'horizon, et faites

une marque à l'extrémité de son ombre sur ce plan; attendez que l'ombre ait passé cette marque, et faites-en une autre lorsque l'extrémité de l'ombre sera à quelque distance du premier point; ensuite menez une ligne droite par les deux points, cette droite sera la ligne d'est et ouest; élevez sur cette ligne une perpendiculaire, cette perpendiculaire sera la ligne méridienne.

Mais cette méthode n'est qu'approximative, parce que le soleil ne décrit pas exactement l'équateur.

On peut aussi tracer la méridienne par ce moyen lorsque le soleil décrit un autre cercle que l'équateur, si ce n'est qu'on a besoin de l'hyperbole, laquelle se décrit avec [l'instrument nommé *al-burkar-al-tâmme*] le compas parfait, parce que c'est une des sections coniques, ce que nous avons expliqué dans l'ouvrage que nous avons composé sur l'usage de cet instrument.

PROPOSITION XLI.

TROUVER LA VALEUR D'UN ANGLE B RELATIVEMENT A L'ANGLE DROIT.

Ayant tracé les deux lignes BA, BC, du point B, comme centre, Fig. 67.
décrivez un cercle entier, dont les deux lignes tracées intercepteront l'arc AC; divisez la circonférence du cercle en 360 parties égales, et prenez le nombre des parties comprises sur l'arc AC, le rapport de ce nombre à 90° sera la valeur de AB relativement à l'angle droit.

PROPOSITION XLII.

TROUVER LA DÉCLINAISON D'UN MUR A L'ÉGARD DE LA LIGNE MÉRIDIENNE.

Voici la meilleure manière de résoudre cette question :

Tracez une méridienne, et marquez sur cette ligne un point quelconque, ensuite prenez un cône circulaire droit bien exécuté, et du point marqué comme centre, décrivez un cercle égal à la base du cône; placez la base du cône sur ce cercle, de manière que les deux circonférences coïncident parfaitement; observez lorsque la lumière du soleil cesse d'éclairer la face du mur dont vous voulez la déclinaison, et, avant que le soleil ait changé d'azimut, faites une marque à l'extrémité de l'ombre du cône.

Otant alors le cône de la place qu'il occupe, posez l'une des pointes du compas sur le point marqué sur la méridienne, et l'autre pointe sur la marque de l'extrémité de l'ombre du cône, et du premier point, comme centre, décrivez un arc, que vous continuerez jusqu'à ce qu'il rencontre la méridienne. Si l'arc intercepté est de 90°, le plan sera droit sur la ligne d'est et ouest, et si l'arc est au-dessous de 90°, il sera égal à la déclinaison ; mais s'il est au-dessus de 90°, retranchez-le de 180, et le reste sera la déclinaison ; si la marque de l'ombre du cône était sur la méridienne, le plan n'aurait pas de déclinaison à l'égard de cette ligne.

Cette opération est celle qui donne le résultat le plus exact, surtout lorsque la méridienne a déjà été tracée avec soin et que le soleil est près de l'un des solstices.

Ou autrement : Prenez, ou par le calcul ou géométriquement, l'azimut du soleil lorsque cet astre est dans l'azimut de la face du

mur dont on demande la déclinaison; ce que vous aurez sera la déclinaison à l'égard de la ligne d'est et ouest : retranchez-la de 90°, le reste sera la déclinaison à l'égard de la ligne méridienne.

Ou autrement encore : Prenez l'azimut du soleil lorsqu'il éclaire le plan dont vous cherchez la déclinaison, soit que le soleil soit dans l'azimut du plan ou qu'il n'y soit pas; ensuite prenez l'angle azimutal pour ce temps, c'est-à-dire l'angle qui a pour côtés la commune section de l'horizon et du plan dont vous cherchez la déclinaison et la commune section de l'horizon et du cercle azimutal du soleil; ajoutez cet angle au complément de l'azimut du soleil du côté occidental si l'on est avant midi, ou retranchez-le si l'on est après midi; ce que vous aurez sera la déclinaison : mais cela n'a lieu qu'autant que l'azimut du soleil n'est pas boréal, car s'il est boréal, retranchez le plus petit du plus grand, et le reste sera la déclinaison.

Pour le côté oriental, faites le contraire de tout ce qu'on vient de dire.

PROPOSITION XLIII.

TROUVER LA DÉCLINAISON D'UN PLAN INCLINÉ A L'HORIZON ET LA QUANTITÉ DE SON INCLINAISON.

Prenez un point sur la commune section du plan incliné et de l'horizon, et par ce point menez dans le plan incliné une perpendiculaire à la commune section; prenez sur cette dernière ligne un point quelconque, par lequel vous élèverez une perpendiculaire au plan incliné; après cela, observez lorsque l'ombre de cette perpendiculaire au plan incliné tombe sur la perpendiculaire qui est dans ce plan; prenez pour cet instant l'azimut du soleil, il

sera égal à la déclinaison du plan incliné. Mesurez la longueur de l'ombre portée par la perpendiculaire sur le plan incliné, et prenez la hauteur correspondant à cette longueur de l'ombre : cette hauteur sera égale au complément de l'inclinaison du plan.

FIN DU LIVRE PREMIER.

LIVRE DEUXIÈME.

DE LA CONSTRUCTION DE QUELQUES INSTRUMENTS DONT ON SE SERT POUR RÉSOUDRE LES QUESTIONS QUI S'Y RAPPORTENT, SANS EMPLOYER [LE CALCUL] DES PROPORTIONS ET SANS ÊTRE OBLIGÉ DE CONSIDÉRER LA POSITION DE LA SPHÈRE.

CHAPITRE PREMIER.

CONSTRUCTION DU KHAFIR[1] POUR UNE LATITUDE DONNÉE.

La latitude pour laquelle on veut construire le *khâfir* doit être plus petite que le complément de l'obliquité de l'écliptique; ainsi nous supposerons qu'on le construit pour le 30e degré de latitude septentrionale.

Cela étant, calculez pour cette latitude les ombres horizontales de la fin des heures du commencement des signes et de leurs moitiés, ou de leurs tiers, selon le degré de précision que vous voulez atteindre, car plus les divisions sont rapprochées, plus la construction est exacte; et après avoir ordonné toutes ces ombres dans une table, supposez que la longueur du gnomon [ou corps[2]] Fig. 68.
de l'ombre soit [égale à la ligne] AB, et prenez une règle bien dressée, telle que la règle CD, qui contient AB autant de fois,

[1] Le mot *khâfir* désigne à la lettre le *sabot* du cheval, et ce nom paraît relatif à la forme de l'instrument dont il s'agit ici. S.

[2] Nous nous servirons désormais du mot *gnomon*, et non de celui de *corps*, toutes les fois qu'il s'agira de l'aiguille du cadran et non pas d'une ligne purement géométrique.

ou un peu plus, que le gnomon est compris dans l'ombre de la fin de la première heure du commencement du Capricorne à la latitude donnée; nous prenons cette ombre pour module, parce que c'est la plus longue qui soit portée dans la table.

Divisez ensuite votre règle selon ce qu'elle contient de doigts [ou de douzièmes] de la ligne AB, et subdivisez le premier doigt en minutes, si faire se peut, puis écrivez au-dessus de chaque division le nombre qui lui correspond, comme vous le voyez dans la figure. [Cette règle ainsi divisée vous servira d'échelle de proportion.]

Après cela, prenez dans la table l'ombre horizontale de la fin de la première heure du jour du commencement du Capricorne, parce que c'est le plus court jour à la latitude donnée; vous trouverez 72^d 53', auxquels vous ajouterez 48^d 40', ombre horizontale de la fin de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse, parce que ce jour est le plus long: la somme sera de 121^d 33', dont la moitié est 60^d 46' 30". Prenez cette quantité sur l'échelle, et avec l'ouverture correspondante du compas, comme rayon, décrivez sur une tablette plane un cercle *occulte*[1].

Divisez ce cercle en douze parties égales, et chaque partie en trois autres, conformément à la construction de la table, où les signes sont ainsi divisés.

Soit KX un des diamètres du cercle occulte, ou les deux extrémités KX les limites de deux des divisions des douze signes; faites sur la circonférence du cercle occulte, savoir X le commencement du Capricorne, et K le commencement de l'Écrevisse.

Cherchez dans la table l'ombre horizontale de la fin de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse, vous aurez 48^d 40'; prenez sur l'échelle, avec votre compas, la quantité cor-

[1] L'auteur désigne par ce terme les *lignes de construction*, qui ne doivent pas subsister sur la figure lorsqu'elle est terminée. Nous les avons conservées et ponctuées, pour rendre plus facile l'intelligence des figures. S.

respondant à cette ombre, et portez cette longueur de K, c'est-à-dire du premier point de l'Écrevisse, en T, sur la ligne KX : le point T sera le centre du gnomon ; ensuite, par les limites des divisions du cercle occulte et par le point T, menez à ce point autant de lignes occultes.

Alors cherchez dans la table l'ombre horizontale de la fin de la première heure du jour du 10ᵉ degré du Capricorne, laquelle ombre est de $72^d\ 14'$; prenez avec le compas un égal nombre de divisions de l'échelle, et portez cette distance du centre T du gnomon sur la ligne occulte qui passe par le 10ᵉ degré du Capricorne et sur celle qui passe par le 20ᵉ degré du Sagittaire, vous aurez deux points de limite, dont le premier marquera la fin de la première heure du jour du 10ᵉ degré du Capricorne, et le second la fin de la première heure du jour du 20ᵉ degré du Sagittaire.

Prenez de même sur l'échelle les parties correspondant à l'ombre horizontale du 20ᵉ degré du Capricorne, laquelle est de $70^d\ 42'$, et, conservant l'ouverture du compas, portez cette distance du centre T sur la ligne occulte qui passe par le 20ᵉ degré du Capricorne, et sur celle qui passe par le 10ᵉ degré du Sagittaire ; vous aurez deux points de limite, dont le premier marquera la fin de la première heure du jour du 20ᵉ degré du Capricorne, et le second la fin de la première heure du jour du 10ᵉ degré du Sagittaire.

Marquez de même sur chacune des autres lignes occultes la fin de la première heure du jour qui lui correspond, et joignez tous les points de limite par des lignes droites, en passant successivement de l'un à l'autre, de manière que toutes les lignes de jonction ne forment plus qu'une seule et même ligne courbe continue et régulière : cette ligne courbe sera [le lieu de] la fin de la première heure pour tous les jours de l'année.

Faites alors hors de cette ligne courbe une ligne de contour,

dans laquelle vous écrirez les noms des signes et leurs divisions, comme vous le voyez dans la figure.

Tracez ensuite la ligne de la fin de la seconde heure, comme vous venez de faire celle de la fin de la première heure, puis celles de la fin de la troisième, de la quatrième, de la cinquième et de la sixième heures : cette dernière sera celle du midi vrai, et vous prendrez pour la fin de la septième heure celle du commencement de la sixième, pour la fin de la huitième celle du commencement de la cinquième, et ainsi de suite jusqu'à la dernière. Après cela notez ce qui convient à chaque heure, et rendez apparente la partie des lignes occultes menées des signes au point T, comprise entre la ligne de la fin de la première heure et celle du midi vrai. [Vous aurez par là les lignes des heures de tous les points de 10 dégrés en 10 degrés de l'écliptique.]

Enfin tracez la ligne de l'*ashre* de la manière suivante :

Prenez sur l'échelle, avec le compas, une quantité égale à 12 doigts, et, conservant l'ouverture du compas, portez cette distance du point de midi vrai du commencement du Capricorne sur la ligne des heures de ce degré et marquez le point où elle se termine : ce point marquera l'*ashre* du commencement du Capricorne.

Portez la même distance du point de midi vrai du 10[e] degré du Capricorne sur la ligne des heures de ce degré, vous aurez le point de l'*ashre* de ce 10[e] degré du Capricorne. Faites la même chose pour tous les autres degrés, et joignez tous les points de limite, en menant de l'un à l'autre une petite ligne droite, la ligne formée de tous ces traits partiels de jonction sera la ligne de l'*ashre* pour tous les jours de l'année, et on fera bien de la ponctuer pour la distinguer de celles des heures qu'on aura faites auparavant.

Tout étant ainsi préparé, on prendra un gnomon de cuivre ou de bois dur, et on le placera perpendiculairement [au plan de la

tablette], en observant que la partie saillante ait la forme d'un cône rond, dont l'axe ait pour longueur celle de la ligne AB.

Le *hhâfir* peut aussi se construire géométriquement; mais les résultats par le calcul sont plus exacts : on les obtiendrait cependant assez justes par la géométrie, avec de bons instruments et un tracé précis sur un plan bien dressé; mais quand la longueur du gnomon est considérable, ce qui exige un plan très-étendu, la longueur des lignes les rend difficiles à tracer exactement.

On pourrait aussi marquer les heures égales sur le *hhâfir* en effectuant sur leurs ombres les opérations précédentes.

Observons que, pour les lieux qui n'ont pas de latitude, il suffit de déterminer les heures des signes du printemps, mais que, pour ceux qui ont une latitude, il faut les déterminer depuis le commencement du Capricorne jusqu'à la fin des Gémeaux.

Les règles que nous venons de donner [pour la latitude de 30 degrés] sont applicables à toutes les autres latitudes.

TABLE DES OMBRES HORIZONTALES

DES FINS D'HEURE DES COMMENCEMENTS ET TIERS DE SIGNE, POUR LE 30e DEGRÉ DE LATITUDE SEPTENTRIONALE.

NOMS DES SIGNES.		DEGRÉS DES SIGNES.		OMBRE de la Ire HEURE.		OMBRE de la IIe HEURE.		OMBRE de la IIIe HEURE.		OMBRE de la IVe HEURE.	
				Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.
Le Sagittaire.	Le Capricorne.	30	00	72	53	37	10	25	21	19	46
		20	10	72	14	36	48	25	3	19	32
		10	20	70	42	35	52	24	32	18	53
		00	30	68	3	34	28	23	12	17	51
Le Scorpion.	Le Verseau.	20	10	63	50	32	44	21	51	17	23
		10	20	82	7	30	54	20	25	15	18
		00	30	59	6	29	8	19	5	13	59
La Balance.	Les Poissons.	20	10	56	18	27	32	17	39	12	44
		10	20	54	53	26	8	16	30	11	36
		00	30	52	7	25	59	15	29	10	35
La Vierge.	Le Bélier.	20	10	50	46	24	3	14	40	9	43
		10	20	49	40	23	22	14	1	9	2
		00	30	48	59	22	51	13	32	8	26
Le Lion.	Le Taureau.	20	10	48	54	22	30	13	12	8	2
		10	20	48	49	22	20	12	58	7	45
		00	30	48	45	22	15	12	50	7	34
L'Écrevisse.	Les Gémeaux.	20	10	48	43	22	14	12	47	7	27
		10	20	48	40	22	14	12	45	7	25
		00	30	48	40	22	14	12	46	7	24

Suite de la TABLE DES OMBRES HORIZONTALES.

NOMS DES SIGNES.		DEGRÉS DES SIGNES.		OMBRE de la Ve HEURE.		OMBRE de la VIe HEURE.		OMBRE de L'ASHRE.	
				Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.
Le Sagittaire.	Le Capricorne.	30	00	17	5	16	16	28	16
		20	10	16	50	16	2	28	2
		10	20	16	14	15	24	27	24
		00	30	15	14	14	26	26	26
Le Scorpion.	Le Verseau.	20	10	14	4	13	16	25	16
		10	20	12	46	11	57	23	57
		00	30	11	26	10	38	22	38
La Balance.	Les Poissons.	20	10	10	10	9	20	21	20
		10	20	8	58	8	6	20	6
		00	30	7	52	6	56	18	56
La Vierge.	Le Bélier.	20	10	6	52	5	52	17	52
		10	20	6	1	4	53	16	53
		00	30	5	18	4	00	16	00
Le Lion.	Le Taureau.	20	10	4	41	3	14	15	14
		10	20	4	16	2	35	14	35
		00	30	3	56	2	3	14	3
L'Écrevisse.	Les Gémeaux.	20	10	3	45	1	40	13	40
		10	20	3	40	1	26	13	26*
		00	30	3	38	1*	21*	13*	21*

* Manquent dans le manuscrit.

Fig. 69 Nous donnons aussi la forme de l'hélice, *hhalazoûne*, propre à une latitude particulière, telle que la latitude septentrionale de 30 degrés : la construction en est tout à fait sensible, et nous n'y avons mis d'autres limites d'heures que celles du commencement de la septième heure et de la seconde, les autres étant faciles à construire d'après ces deux-ci, et, attendu l'évidence de cette construction, nous pensons que la figure suffit sans qu'il soit besoin de l'expliquer.

Nous ferons observer seulement que plusieurs personnes confondent l'hélice, *hhalazoûne*, avec le *hhâfir*, ce qui est inexact, le *hhâfir* ayant à peu près la forme que nous avons représentée, et l'hélice étant tout à fait différente.

EXTRAIT DU MANUSCRIT N° 1148.

Pour se servir du *hhâfir*, on place parallèlement à l'horizon la face sur laquelle sont tracées les limites des heures, soit en posant l'instrument sur le sol, soit en le suspendant à trois fils, comme le plateau d'une balance. Ensuite on le tourne relativement au soleil jusqu'à ce que l'ombre du gnomon qu'on y a fixé tombe sur la ligne des heures du jour dans lequel on est, et l'heure actuelle est celle sur laquelle tombe l'extrémité de l'ombre. [Il en serait de même de l'hélice.] S.

CHAPITRE II.

CONSTRUCTION D'UNE HÉLICE PROPRE A TOUTES LES LATITUDES [REGARDÉES COMME] HABITABLES [C'EST-A-DIRE JUSQU'A LA LATITUDE DE 66° 25'].

Fig. 70. Prenez telle longueur que vous voudrez pour celle du gnomon,

et faites une échelle de la forme de celle que nous venons de décrire et d'une longueur égale à treize fois celle du gnomon, soit CD cette échelle.

Divisez-la en doigts, comme on l'a dit ci-dessus, et, après avoir décrit un cercle occulte, divisez-le en trente-sept parties égales.

Soit T son centre, lequel est aussi celui du gnomon; par ce point et par l'extrémité de chaque division menez des rayons occultes prolongés indéfiniment. Cherchez alors dans la troisième table du chapitre XXXIX de la première partie l'ombre horizontale de la fin de la première heure du jour, dont l'ombre à midi vrai est de 36 doigts, vous aurez $145^d\ 57'$; prenez avec le compas les parties correspondantes de l'échelle, et portez-les du point T sur un des rayons occultes, le point de limite marquera la fin de la première heure du jour, dont l'ombre à midi vrai est de 36 doigts, et le rayon occulte, sur lequel sera placé ce point, sera propre et particulier à ce jour.

Cherchez dans la même table l'ombre horizontale de la fin de la première heure du jour, dont l'ombre à midi vrai est de 35 doigts, vous aurez $141^d\ 55'$; prenez les parties correspondantes de l'échelle, portez-les du point T sur le rayon occulte qui suit immédiatement le précédent, ce second rayon occulte appartiendra au jour dont l'ombre à midi vrai est de 35 doigts, et le point de limite marquera la fin de la première heure de ce jour.

Cherchez de suite dans la même table l'ombre horizontale de la fin de la première heure du jour, dont l'ombre à midi vrai est de 34 doigts, vous aurez $138^d\ 5'$; prenez les parties correspondantes de l'échelle, portez-les du point T sur le troisième rayon occulte, qui appartient au jour dont l'ombre à midi vrai est de 34 doitgs, le point de limite marquera la fin de la première heure de ce jour.

Continuez de même pour les autres rayons occultes, et le trente-sixième sera celui qui répond au jour qui n'a point d'ombre horizontale à midi vrai.

Après cela, joignez chaque point de limite avec celui qui le suit immédiatement par une ligne droite, et la ligne formée par toutes ces lignes partielles de jonction n'aura pas d'aspérités sensibles et sera la ligne de la fin de la première heure de tous les jours que nous venons d'indiquer.

La construction est la même pour la seconde heure; ainsi cherchez d'abord dans la table susdite l'ombre horizontale de la fin de la seconde heure du jour, dont l'ombre à midi vrai est de 36 doigts, cette ombre horizontale est de $74^d\ 55'$; prenez les parties correspondantes de l'échelle, portez-les de T sur le rayon occulte propre à ce jour, et le point de limite marquera la fin de la seconde heure de ce même jour; cherchez de même les autres points de limite des secondes heures sur les autres rayons occultes, et joignez les points comme il a été dit ci-dessus, vous aurez la ligne de la fin des secondes heures des mêmes jours.

Marquez de même la fin des troisième, quatrième, cinquième et sixième heures, et la fin de la septième sera la même que le commencement de la sixième; celle de la huitième celui de la cinquième, et ainsi de suite.

Après cela, tracez la ligne de l'*ashre* de la manière indiquée dans le chapitre précédent, et, menant une ligne de contour au delà de celles des heures, marquez-y les ombres du midi vrai, comme vous le voyez dans la figure.

Enfin construisez [et placez] le gnomon comme il a été dit ci-dessus, et que la forme de ce gnomon soit telle qu'on la voit représentée dans la figure et sa longueur égale à celle de AB.

CHAPITRE III.

CONSTRUCTION DU CYLINDRE POUR UNE LATITUDE DONNÉE.

Avant tout, il faut que la latitude pour laquelle on construit le cylindre soit plus petite que le complément de l'obliquité de l'écliptique.

Soit cette latitude de 30 degrés nord.

Pour construire le cylindre, prenez les ombres verticales de la fin des heures du commencement des signes et de leurs moitiés ou de leurs tiers, à volonté, comme on les donne dans la table ci-après.

Soit AB la longueur du gnomon que vous voulez fixer sur le cylindre, celle de l'échelle contenant la ligne AB autant (ou un peu plus) de fois que l'ombre la plus longue de la table comprend son gnomon, ce qui se rapporte à l'ombre de la fin de la sixième heure du jour du commencement de l'Écrevisse; soit donc la longueur de l'échelle égale à AB, multipliée par 9 1/6, et divisez cette échelle comme il a été dit. Fig. 71.

Ensuite prenez un cylindre droit de bois dur ou de cuivre, puis, considérant la circonférence de sa base supérieure, nommez-la l'*horizontale*, puis divisez cette horizontale en douze parties égales, et que l'une de ces parties représente le signe du Capricorne, la suivante sera le Verseau, ensuite les Poissons, et ainsi des autres. Divisez aussi chaque signe selon les divisions de la table, et par le point initial de chaque division menez perpendiculairement à la base des droites occultes par la méthode et

avec la règle dont on a coutume de se servir pour tracer des lignes droites sur les cylindres; abaissez de même des points de subdivision des signes des lignes occultes perpendiculaires à la base, et nommez toutes ces lignes *lignes d'heures.*

Cela étant fait, cherchez dans la table l'ombre verticale de la fin de la première heure du jour du commencement du Capricorne, savoir : 1^{d} 58′; prenez avec le compas les parties correspondantes de l'échelle, et, conservant l'ouverture du compas, posez l'une de ses pointes sur l'horizontale à l'origine de la ligne d'heure du commencement du Capricorne, et faites avec l'autre pointe, sur la ligne d'heure de ce degré, une marque, qui sera celle de la fin de la première heure du jour du commencement du Capricorne.

Prenez ensuite avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre verticale de la fin de la première heure du jour du 10ᵉ degré du Capricorne, savoir : 1^{d} 59′, et portez cette distance, comme vous avez fait la précédente, à partir de l'horizon, sur la ligne d'heure du jour de ce 10ᵉ degré, vous aurez le point de limite de la fin de la première heure du jour du même 10ᵉ degré du signe du Capricorne.

Marquez de même les points de limite de la première heure sur toutes les autres lignes d'heures, et, joignant tous ces points, en passant successivement de l'un à l'autre, la ligne formée de toutes ces lignes partielles de jonction sera celle de la fin de la première heure de tous les jours de l'année à la latitude proposée.

Tracez de même les autres heures et la ligne de l'*ashre*, ensuite écrivez sur la fin de la sixième heure, ligne de midi vrai, et sur les autres lignes d'heures l'heure qui leur correspond, écrivez aussi les noms des signes, comme vous le voyez sur la figure, et rendez apparente la partie des lignes d'heures comprise entre l'horizontale et la ligne de midi vrai.

Après cela, faites un gnomon de cuivre, et attachez-le solide-

ment sur le plan de joint du corps contigu au cylindre auquel ce corps sert de chapiteau, de manière qu'il soit dans la direction du joint de ces deux corps, qui est notre horizontale, et que ce gnomon, de quelque côté que vous tourniez le chapiteau [auquel il est attaché], fasse toujours un angle droit avec la ligne d'heure qui lui correspondra.

Comme la surface d'un cylindre ne peut être représentée sur un plan, j'ai fait mon opération sur une surface plane, que je regarde comme le développement de celle du cylindre, de manière que la ligne A'B' corresponde à la ligne CD, et que A'C représente la circonférence de l'horizontale, et B'D la circonférence de la base.

TABLE DES OMBRES VERTICALES

DES FINS D'HEURE DES COMMENCEMENTS ET TIERS DE SIGNE, POUR LE 30° DEGRÉ DE LATITUDE SEPTENTRIONALE.

NOMS DES SIGNES.		DEGRÉS DES SIGNES.		OMBRE de la Iʳᵉ HEURE.		OMBRE de la IIᵉ HEURE.		OMBRE de la IIIᵉ HEURE.		OMBRE de la IVᵉ HEURE.	
				Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.
Le Sagittaire.	Le Capricorne.	30	00	1	58	3	52	5	41	7	17
		20	10	1	59	3	55	5	45	7	24
		10	20	2	2	4	1	5	52	7	38
		00	30	2	7	4	11	6	13	8	4
Le Scorpion.	Le Verseau.	20	10	2	15	4	24	6	36	8	47[c]
		10	20	2	19	4	39	7	3	9	25
		00	30	2	26	4	57	7	33	10	18
La Balance.	Les Poissons.	20	10	2	33	5	14	8	10	11	18
		10	20	2	40	5	31	8	44	12	25
		00	30	2	45	5	46	9	18	13	37
La Vierge.	Le Bélier.	20	10	2	50	5	59	9	49	14	48
		10	20	2	54	6	10	10	16	15[b]	56
		00	30	2	57	6	18	10	39	17	00
Le Lion.	Le Taureau.	20	10	2	58	6	27	10	55	17	56
		10	20	2	59	6	27	11	6	18	35
		00	30	2	59	6	28	11	12	19	2
L'Écrevisse.	Les Gémeaux.	20	10	2	58	6	28[d]	11	15	19	20
		10	20	2	58	6	29	11	17	19	26
		00	30	2	58	6	29[e]	11	17	19	29

[a] Manusc., 28. [b] Manusc., 16. [c] Manusc., 17. Manuscr., 29.

Suite de la TABLE DES OMBRES VERTICALES.

NOMS DES SIGNES.		DEGRÉS DES SIGNES.		OMBRE de la Ve heure.		OMBRE de la VIe heure.		OMBRE de l'Asre.	
				Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.
Le Sagittaire.	Le Capricorne.	30	00	8	25	8	51	5	6
		20	10	8	33	8	59	5	8
		10	20	8	53	9	21	5	16
		00	30	9	27	9	58	5	27
Le Scorpion.	Le Verseau.	20	10	10	15	10	51	5	42
		10	20	11	16	12	2	6	1
		00	30	12	37	13	33	6	22
La Balance.	Les Poissons.	20	10	14	10	15	25	6	40
		10	20	16	4	17	48	7	10
		00	30	18	19	20	47	7	36
La Vierge.	Le Bélier.	20	10	20	58	24	35	8	4
		10	20	23	55	29	31	8	32
		00	30	27	14	35	56	9	00
Le Lion.	Le Taureau.	20	10	30	45	44	23	9	27
		10	20	33	51	55	44	9	52
		00	30	36	31	69	57	10	15
L'Écrevisse.	Les Gémeaux.	20	10	38	28	86	18	10	32
		10	20	39	12	100	38	10	43
		00	30	39	36	106	42	10	57

CHAPITRE IV.

CONSTRUCTION D'UN CYLINDRE PROPRE À TOUTES LES LATITUDES [REGARDÉES COMME HABITABLES].

Fig. 7ᵃ. Prenez un cylindre tel que celui qui a été décrit ci-dessus, et d'une longueur convenable, et préparez une échelle telle que la précédente, dont la longueur soit la même que celle du cylindre.

Divisez cette échelle en 138 parties égales, nombre des doigts de l'ombre [verticale] la plus longue qui soit portée sur le cylindre, d'après la table première du chapitre XXXIX de la première partie[1].

Divisez la circonférence de la tête du cylindre en 18 parties égales, et par les points de division abaissez des perpendiculaires occultes sur la circonférence de la base; que l'une de ces lignes appartienne au jour pour lequel la hauteur méridienne du soleil est de 5 degrés, la ligne suivante au jour pour lequel la hauteur méridienne est de 10 degrés, la suivante à celui auquel la même hauteur est de 15 degrés, et ainsi de suite jusqu'à la dernière.

Après cela, prenez dans la table indiquée l'ombre verticale de la fin de la sixième heure du jour pour lequel la hauteur méridienne du soleil est de 5 degrés, savoir : $1^d\ 3'$; prenez sur l'échelle les parties correspondantes, et portez-les sur la ligne de ce jour, à partir de son origine jusqu'à un point de limite, qui sera celui de la fin de la sixième heure du même jour, et rendez apparente la partie de cette ligne comprise entre le point de limite et la tête du cylindre.

[1] Cette table porte 138 d. 3 minutes.

Prenez ensuite dans la même table l'ombre verticale de la fin de la sixième heure du jour pour lequel la hauteur méridienne du soleil est de 10 degrés, savoir : $2^d\ 7'$; prenez les parties correspondantes de l'échelle, et portez-les sur la ligne affectée à ce jour, à partir de son origine jusqu'à un point de limite, qui sera celui de la sixième heure du même jour, et rendez apparente la partie de cette ligne comprise entre le point de limite et la tête du cylindre.

Marquez de même la fin de la sixième heure sur les autres lignes, et rendez apparente la partie de toutes ces lignes comprise entre leur point de limite et la tête du cylindre.

Enfin joignez tous les points de limite : la ligne formée de toutes les lignes partielles de jonction sera celle de la fin de la sixième heure pour tous les jours dont il s'agit, et sera en même temps la ligne de midi vrai. Suivez la même méthode pour trouver la fin des cinquième, quatrième, troisième, seconde et première heures de chaque jour.

Quant à la ligne de l'*ashre*, le tracé en est manifeste, d'après ce qui précède, et ne présente aucune difficulté, au moyen des tables du chapitre XLVI de la première partie.

Marquez sur chaque ligne la hauteur méridienne du soleil pour le jour auquel la ligne appartient, comme vous le voyez sur la figure.

Ensuite faites un gnomon de cuivre ou de bois dur d'une longueur égale à douze parties de l'échelle, et fixez-le solidement au [chapiteau ou] corps contigu au cylindre dont nous avons parlé dans le chapitre précédent : le reste n'a pas besoin d'explication.

EXTRAIT DU MANUSCRIT N° 1148.

Pour se servir du cylindre, on tourne le gnomon qu'on y a fixé de manière que le milieu de son épaisseur soit sur la ligne des heures

du jour pour lequel se fait l'opération; puis on suspend l'instrument par un anneau placé dans la direction de son axe, et on le fait tourner relativement au soleil jusqu'à ce que l'ombre du gnomon tombe sur la ligne des heures de ce jour, et l'heure actuelle est celle sur laquelle tombe l'extrémité de l'ombre. S.

CHAPITRE V.

CONSTRUCTION DU SAKHE-AL-JERADAH[1], POUR UNE LATITUDE DÉTERMINÉE.

Fig. 73. Cet instrument se construit de deux manières : par la première, le gnomon est mobile et se transporte à l'origine de chaque signe; alors la construction est absolument la même que celle du cylindre propre à une latitude déterminée, sauf la différence d'une construction sur une surface cylindrique à une construction sur une surface plane. Les ombres dont nous nous sommes servis dans l'autre construction sont les mêmes que celles dont on doit se servir dans celle-ci, et il devient inutile d'entrer dans de nouveaux détails, l'inspection de la figure suffisant pour en donner l'intelligence.

Fig 74. Dans la seconde construction, au contraire, le gnomon est fixe et ne change pas de place, et voici comme on doit exécuter cette construction :

[1] Ces deux mots signifient littéralement *jambe de la sauterelle*, dénomination qui paraît avoir quelque analogie avec celle de *sauterelle*, dont nos ouvriers se servent pour désigner une espèce d'équerre composée de deux règles mobiles, dont chacune a la forme d'une planchette, qui est celle de l'instrument dont il s'agit ici. S.

Prenez une tablette rectangulaire, dont l'une des faces ABCD, destinée au tracé de la figure, ait pour largeur AB et pour longueur AC.

Retranchez de AC la ligne AE, et de AE la ligne AH, les lignes AE et AH étant de grandeur proportionnée à celle de la tablette, et par les deux points EH menez les lignes EG, HI, parallèles à AB. Nommez EG l'horizontale, et, divisant AB en six parties égales, par les points de division menez des parallèles à AC, que vous terminerez à CD; par ce moyen, la bordure rectangulaire AI se trouvera divisée en six parties égales, et vous écrirez dans chacune les noms des signes, comme vous le voyez dans la figure. Divisez de même chaque signe par tiers, et par les points de division menez d'autres parallèles à AC jusqu'en CD; les parties du rectangle HG, correspondant à chaque signe, se trouveront par là divisées en fractions de signe, dont vous marquerez la nature comme on l'a fait dans la figure.

Tout étant ainsi préparé, on demande le point dont l'ombre verticale à midi est la plus longue de toutes dans le lieu pour lequel on construit l'instrument.

Dans notre exemple, qui s'applique à la latitude septentrionale de 30°, ce point est celui du commencement de l'Écrevisse; ainsi le point initial de l'Écrevisse sur l'horizontale sera le centre du gnomon.

Soit une ligne OS égale à la longueur du gnomon, et l'ombre verticale de OS à midi, quand le soleil est dans le premier point de l'Écrevisse, moindre que la ligne HC.

Dans l'ordre ordinaire des choses, la partie de l'horizontale occupée par le signe de l'Écrevisse devrait être le douzième de la ligne OS; mais dans cet exemple nous supposons qu'elle est égale à OS, c'est-à-dire à la longueur du gnomon.

Si donc, par exemple, vous voulez avoir l'ombre employée pour les fins d'heure du commencement du Lion :

Multipliez par elle-même la partie de l'horizontale occupée par le signe de l'Écrevisse, laquelle partie est de 12 doigts; ajoutez au produit 144 le même nombre 144, carré du gnomon, et, tirant la racine de la somme de ces deux carrés, vous aurez $16^d\ 58'$ pour la longueur du *corps* de l'ombre employée pour le commencement du Lion; multipliez ce corps par les ombres verticales des fins d'heure du jour du commencement du Lion, et divisez le produit par 12, le quotient donnera les ombres employées pour les fins d'heure du jour du commencement du Lion.

Vous obtiendrez de la même manière les ombres employées pour les fins d'heure du commencement de la Vierge, c'est-à-dire en prenant le carré des 24 doigts qui sont occupés par l'Écrevisse et le Lion sur l'*horizontale*, ajoutant à ce carré 144, et tirant la racine de la somme, laquelle est égale au corps de l'ombre employée pour le commencement de la Vierge; multipliez ensuite ce corps par les ombres verticales des fins d'heure du commencement de la Vierge, et, divisant le produit par 12, vous aurez au quotient les ombres employées pour les fins d'heure du commencement du signe de la Vierge.

Calculez de même les ombres employées des fins d'heure du commencement des autres signes et de telles de leurs parties [moitiés ou tiers] que vous voudrez.

Quant au commencement du signe de l'Écrevisse, ses ombres employées sont les mêmes que les ombres verticales des fins de ses heures. Après avoir trouvé toutes les ombres employées, vous les ordonnerez dans une table, selon la coutume, et vous construirez une échelle dont la longueur sera de neuf fois la ligne OS, ensuite vous la diviserez comme vous avez déjà fait.

Alors vous prendrez sur cette échelle, avec le compas, les parties correspondant à l'ombre employée de la fin de la sixième heure du commencement de l'Écrevisse, savoir : $106^d\ 42'$; vous porterez cette distance sur la ligne du commencement de l'Écre-

visse, à partir de l'horizontale, et vous aurez un point de limite qui sera celui de la fin de la sixième heure du jour du commencement de l'Écrevisse.

Vous prendrez de même sur l'échelle les parties correspondant à l'ombre employée de la fin de la sixième heure du jour du commencement du Lion, vous porterez cette distance, à partir de l'horizontale, au commencement du Lion sur la ligne de ce degré, et vous aurez un point de limite qui marquera la fin de la sixième heure du jour du commencement du Lion.

Vous ferez de même pour les autres signes, et, joignant successivement les points de limite par de petites lignes droites, la ligne totale formée par toutes ces lignes de jonction sera la limite de la sixième heure pour tous les jours de l'année.

Tracez de même les lignes des autres heures et celle de l'*ashre*.

Dans ce tracé des limites des heures, pour que la courbe soit continue et régulière, il faut faire l'opération pour les tiers, les quarts ou les cinquièmes des signes, car plus les divisions sont rapprochées, plus la construction est exacte.

Le commencement de la septième heure doit être déterminé très-exactement, surtout pour le signe de l'Écrevisse et son premier dixième. La construction du gnomon et la manière de l'attacher ne présentent aucune difficulté.

On peut déterminer géométriquement le gnomon de l'ombre employée, ainsi que les ombres employées elles-mêmes.

Pour cela, on fera un angle droit, dont un des côtés sera égal à OS, et l'autre à la distance prise sur l'horizontale entre le commencement du signe dont il s'agit et le commencement de l'Écrevisse; la sous-tendante [ou hypothénuse] de cet angle sera égale au corps de l'ombre employée au commencement du signe.

Le corps de l'ombre employée étant connu, il est aisé d'avoir les ombres employées pour les heures, d'après ce qui a été dit dans les propositions [du livre précédent].

Dans les lieux où le soleil passe au zénith, la construction de cet instrument, ainsi que celle du cylindre, sont difficiles à exécuter complétement.

TABLE DES OMBRES EMPLOYÉES, POUR LES FINS D'HEURE ET DE L'ASHRE.

HEURES.	NOMS DES SIGNES.													
	L'ÉCREVISSE.		LE LION, LES GÉMEAUX.		LA VIERGE, LE CAPRICORNE.		LA BALANCE, LE BÉLIER.		LE SCORPION, LES POISSONS.		LE SAGITTAIRE, LE VERSEAU.		LE CAPRICORNE.	
	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.
I....	2	58[b]	4	13	6	36	9	42	10[c]	2	10	47	11	18
II....	6	28	9	9	14	5	18	14	20	25	21	20	23	31
III...	11	17	15	55	23	49	29	25	31	8	31	22	34	34
IV...	19	29	27	55	33	1	43	4	42	28	41	30	44	18
V....	39	36	51	13	57	54	57	56	51	17	48	11	51	12
VI...	106[a]	42	98	54	80	21	65	44	55	52	50	44	53	50
ASHRE.	10	56	14	30	20	8	24	12	26	15	27	47	31	1

[a] Manusc., 86. [b] Manusc., 18. [c] Manusc., 20.

CHAPITRE VI.

CONSTRUCTION DU SAKHE-AL-JÉRADAH PROPRE A TOUTES LES LATITUDES [REGARDÉES COMME] HABITABLES.

Fig. 75. Cet instrument se construit de deux manières : par la première, le gnomon est mobile et se transporte [à l'origine de chaque ligne de] hauteurs méridiennes; alors la construction est la même que celle du cylindre propre à différentes latitudes, sauf la différence d'une construction sur une face cylindrique à une construction sur une surface plane. Les ombres dont on s'est servi dans la première sont les mêmes que celles dont on se sert dans celle-ci, et il devient inutile d'entrer dans de nouveaux détails, l'inspection de la figure suffisant pour en donner l'intelligence.

Fig. 76. Dans la seconde construction le gnomon a une position fixe; l'exécution de cette construction est la même que celle du cylindre propre à différentes latitudes, si ce n'est que ce corps de l'ombre, qui est le même pour toutes, n'a la même valeur que pour les lignes d'heure propres à une même hauteur méridienne, dont le gnomon particulier est nommé corps de l'ombre employée de cette hauteur méridienne, et la manière de le déterminer ne présente aucune difficulté, d'après les considérations exposées dans le chapitre précédent. Il en est de même de la détermination des ombres employées pour chaque hauteur méridienne proposée, et aussi de la ligne de l'*ashre.*

On construit cet instrument de plusieurs manières, dont je laisse de côté l'explication, parce qu'elles sont faciles à saisir.

Suit la table des ombres employées pour les fins d'heure des jours pour lesquels la hauteur méridienne du soleil répond à une des divisions du cadran de 5° en 5°, l'horizontale [HO] étant de 54 doigts du corps.

EXTRAIT DU MANUSCRIT N° 1148.

Il y a deux *sâkhe-al-jèradah*, l'un à gnomon fixe et l'autre à gnomon mobile. Pour se servir du premier, on le suspend de manière que la face [sur laquelle sont tracées les lignes d'heures] soit placée verticalement et qu'elle n'ait aucune oscillation. On le tourne ensuite relativement au soleil jusqu'à ce que l'extrémité de l'ombre du gnomon tombe sur la ligne des heures du jour dans lequel on est, et l'heure actuelle est celle sur laquelle tombe l'extrémité de l'ombre. S.

TABLE DES OMBRES EMPLOYÉES.

HAUTEUR MÉRIDIENNE.	Iʳᵉ HEURE.		IIᵉ HEURE.		IIIᵉ HEURE.		IVᵉ HEURE.	
	OMBRE EMPLOYÉE.		OMBRE EMPLOYÉE.		OMBRE EMPLOYÉE.		OMBRE EMPLOYÉE.	
	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.
5	1	14	2	45	3	15	3	56
10	2	16	4	20	6	11	7	29
15	3	6	6	5	8	40	10	44
20	3 [a]	53	7	35	10	55	13	32
25	4	29	8	47	12	45	16	2
30	4	57 [b]	9	48	14	20	18	14
35	5	15	10	30	15	38	20	7
40	5	29	10	57	16	28	21	41
45	5	30	11	10	17	4	22	57
50	5	26	11	11	17	20	23	49
55	5	14	10	53	17	12	24	22
60	4	57	10	23	16	46	24	35
65	4	39	9	46	16	2	24	20
70	4	15	9	3	14	5	23	47
75	3	52 [c]	8	7 [d]	15	00	22	55
80	3	32	7	37	13	00	21	56
85	3	18	7	7	12	16	21	8
90	3 [e]	13 [e]	6 [e]	56 [e]	12	00	20	47

[a] Manusc., 4. [b] Manusc., 27. [c] Manusc., 47. [d] Manusc., 17. [e] Manquent.

SUITE DE LA TABLE DES OMBRES EMPLOYÉES.

HAUTEUR MÉRIDIENNE.	Vᵉ HEURE.		VIᵉ HEURE.		ASHRE		OBSERVATION.
	OMBRE EMPLOYÉE.		OMBRE EMPLOYÉE.		OMBRE EMPLOYÉE.		
	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	
5	4	26	4	35	4	13	Pour corriger cette table, la distance de chaque ligne de hauteur étant de 3 doigts, soit 3 n la distance d'une ligne quelconque, on a : Ombre employée = $(144 + 9 n^2)^{\frac{1}{2}}$ × ombre verticale 5°. $(18 - n)$ 12^{-1}.
10	8	23	8	44	7	25	
15	12	2	12	29	9	50	
20	15	18	15	54	11	39	
25	18	15	19	2	12	59	
30	20	55	21	56	13	52	
35	23	27	24	34	14	10	
40	25	38	27	7	14	46	
45	27	35	29	33	14	46	
50	29	31	31	59	14	36	
55	31	17	34	33	14	15	
60	33	1	37	28	13	44	
65	34	7	41	12	13	6	
70	36	41 [a]	46	34	12	27	
75	38	51	55	57	11	50	
80	41	16	78 [b]	5	11	24	
85	43	42	141 [c]	20	11	22	
90	44	46	00	00	12	00	

[a] Manusc., 9. [b] Manusc., 68. [c] Manusc., 101.

CHAPITRE VII.

CONSTRUCTION DU CÔNE POUR UNE LATITUDE DÉTERMINÉE.

La première condition est que la latitude pour laquelle on construit le cône soit plus petite que le complément de l'obliquité de l'écliptique.

Soit la latitude de 30° nord.

Pour construire le cône, déterminez les hauteurs du soleil à cette latitude pour les fins d'heure des commencements des signes et de leurs moitiés, ou de leurs tiers, selon le degré de précision que vous désirez, et ordonnez le tout dans une table.

Fig. 77. Ensuite prenez un cône bien exécuté; décrivez sur sa surface convexe et vers le sommet un cercle parallèle à celui de la base, puis coupez le cône suivant la trace du cercle décrit, et nommez *shillah* la section adhérente à la partie supérieure du cône, et *thoumâr* l'autre section[1].

Appliquez ensuite exactement le *shillah* sur le *thoumâr*, comme vous feriez un chapiteau, et cet assemblage des deux segments reformera le cône.

Appelez horizontale la section commune du *shillah* et du *thoumâr*, et divisez cette horizontale en douze parties égales; puis, considérant la limite d'une division, par cette limite menez une ligne droite sur la circonférence de la base, et que cette droite soit tracée avec toute l'exactitude possible; après cela, divisez la base, à partir de cette ligne droite, en douze parties égales, et par chaque

[1] Nous n'avons pas en français de termes analogues à ces deux-ci. S

point de division menez au point de division correspondant de l'horizontale une ligne droite, puis écrivez entre ces droites, autour de la base, les noms des douze signes, comme vous le voyez sur la figure, et, divisant chaque signe en parties correspondant aux divisions de la table, menez encore par les points de division des droites à l'horizontale; enfin nommez toutes ces lignes *lignes d'heures*.

Alors occupez-vous à déterminer la longueur du gnomon qui doit être adapté au cône.

Pour cela, tracez sur une surface plane une ligne droite BC, Fig. 78. prolongée indéfiniment vers C; par le point B menez BT, perpendiculaire à BC, avec laquelle elle fait l'angle droit CBT, et soit BT prolongée indéfiniment vers T.

Prenez avec le compas le demi-diamètre de la base du cône, soit IL ce demi-diamètre; retranchez de IL la partie IK, égale au demi-diamètre du cercle de l'horizontale, et prenez sur BT la ligne BH, égale à KL, différence des deux demi-diamètres.

Posez l'une des pointes du compas sur l'horizontale, à l'origine d'une des lignes d'heures, et l'autre pointe sur la base du cône, à l'extrémité de la même ligne d'heures, et, conservant l'ouverture du compas, posez l'une des pointes sur le point H, et portez l'autre sur la ligne BC en un point D, par lequel vous mènerez parallèlement à BT la ligne DE, égale à BH; joignez BE, et par le point E menez parallèlement à DC une ligne droite, sur laquelle vous marquerez un point quelconque F; alors du point H, comme centre, et d'un rayon égal à HF, décrivez l'arc FS, puis, prenez dans la table la plus grande hauteur de l'écliptique, laquelle est, dans cet exemple, de 83° 35': c'est la hauteur méridienne du premier point de l'Écrevisse; retranchez-la de 90°, le reste sera de 6° 25'; prenez sur FS, arc partiel d'une circonférence de 360°, un arc FG, égal au reste 6° 25'; joignez GH par une droite occulte, et si cette droite passe par le point E, la ligne HB

sera le plus long gnomon que l'on puisse fixer sur le cône; mais si, comme dans la figure, la droite GH ne passe pas par le point E, menez par ce point, parallèlement à GH, une droite occulte, et prolongez cette droite jusqu'à ce qu'elle rencontre BT en un point A, et AB sera le plus long gnomon que l'on puisse adapter au cône; après cela, déterminez de la manière suivante l'ombre employée pour chaque heure.

Décrivez un quart de cercle dont le centre soit au point A, sommet du plus long corps, et l'une des extrémités sur la ligne BT, et que le quart du cercle soit du côté de BT, opposé à celui de BE; partagez-le en 90 parties égales, ou seulement en 18, dont la première serait de 5 degrés et attenant à la ligne BT, et écrivez les degrés sur chaque division. Après cela si vous voulez, par exemple, l'ombre employée pour la fin de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse, menez par l'extrémité de l'arc du cadran qui répond à la hauteur de la première heure de ce jour, laquelle est de 13° 51′, et par le centre A une droite qui coupera BE en un point, et la distance de ce point au point B sur la ligne BE sera l'ombre employée pour la fin de la première heure de ce même jour du commencement de l'Écrevisse.

Vous déterminez de la même manière l'ombre employée pour telle heure de tel jour que ce soit.

Après cela, tracez les limites des heures de la manière suivante; par exemple, celles des heures du jour du commencement de l'Écrevisse :

Prenez avec le compas l'ombre employée pour la fin de la première heure de ce jour, et, conservant l'ouverture de l'instrument, posez l'une des pointes sur l'horizontale, à l'origine de la ligne d'heures du même jour du commencement de l'Écrevisse, et avec l'autre pointe marquez sur cette ligne un point de limite: ce sera celui de la première heure dudit jour.

Prenez ensuite avec le compas l'ombre employée pour la fin

de la seconde heure du même jour, et portez-la sur la ligne d'heures dudit jour, à partir de l'horizontale : vous aurez à l'extrémité de cette distance un point de limite qui sera celui de la seconde heure dudit jour du commencement de l'Écrevisse.

Faites de même pour trouver les points de limite des autres heures du même jour.

Quant aux limites des heures des autres degrés, marquez-les sur les lignes d'heures qui leur correspondent.

Joignez ensuite les points de limite comme vous avez coutume de le faire; marquez sur chaque heure le nombre qui en indique l'ordre, puis menez la ligne de l'*ashre*, ce qui est sans difficulté.

Enfin faites un gnomon de cuivre, et attachez-le sur le *shillah*, de manière qu'il tourne avec lui sur l'horizontale, et que ce gnomon soit parallèle à la base du cône et sa longueur égale à celle de la ligne AB.

Nous nous sommes proposé, dans la figure, de développer la surface du cône, et cette surface ainsi développée donne une portion de cercle.

TABLE DES HAUTEURS DES HEURES ET DE L'ASHRE DU COMMENCEMENT DES SIGNES,

A 30 DEGRÉS DE LATITUDE SEPTENTRIONALE.

NOMS DES SIGNES.	Ire HEURE.		IIe HEURE.		IIIe HEURE.		IVe HEURE.		Ve HEURE.		VIe HEURE.		ASHRE.	
	HAUTEUR.		HAUTEUR.		HAUTEUR.		HAUTEUR.		HAUTEUR.		HAUTEUR.		HAUTEUR.	
	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.
L'Écrevisse..........	13	51	28	21	43	15	58	22	73	8	83	35	41	58
Lion. — Gémeaux.	13	45	28	11	43	4	57	47	71	49	80	16	40	30
Vierge. — Taureau....	13	36	27	43	41	35	54	55	66	13	71	32	36	51
Baleine. — Bélier.....	12	58	25	40	37	45	48	36	56	46	60	00	32	22
Scorpion. — Poissons..	11	29	22	23	32	10	40	38	46	23	48	28	27	56
Sagittaire. — Verseau..	10	00	19	13	27	22	33	54	38	13	39	44	24	25
Capricorne..........	9	21	17	53	25	20	31	15	35	5	36	25	23	00

CHAPITRE VIII.

CONSTRUCTION DU CÔNE PROPRE À DIFFÉRENTES LATITUDES.

Prenez un cône tel que celui que nous venons de décrire; Fig 79.
faites pour ce cône ce que nous avons dit dans le chapitre précédent, cherchez les hauteurs des ombres que nous avons données pour les heures dans la première table du chapitre XXXIX de la première partie, ordonnez ces ombres dans une table, et ajoutez-y les hauteurs de l'*ashre.*

Après cela, divisez l'horizontale en 18 parties égales, et, considérant la limite d'une de ces parties, menez par cette limite une droite à la base du cône. Divisez la base en parties semblables à celles de l'horizontale, et faites commencer ces parties à la ligne que vous venez de mener de l'horizontale à la base; menez par chaque point de division de l'horizontale des droites aux points de la base correspondants, et marquez entre ces droites, autour de la base, les hauteurs méridiennes de 5° en 5°, comme vous le voyez dans la figure. Nommez, de plus, toutes ces droites *lignes d'heures.*

Ensuite déterminez le plus long gnomon, selon ce qu'on a dit dans le chapitre précédent, lequel gnomon est, pour le cône dont il s'agit ici, égal à la différence du demi-diamètre de la base au demi-diamètre de l'horizontale, différence que nous avons représentée par KL dans la figure 78.

Cherchez les ombres employées comme on l'a dit dans le chapitre précédent, et marquez les limites des heures sur les lignes

d'heures, puis joignez les points de limite suivant la coutume; écrivez sur les heures les nombres qui en indiquent l'ordre, et tracez l'*ashre* par les mêmes procédés.

Faites ensuite le gnomon comme il a été dit, et fixez-le de la manière indiquée.

On n'a marqué sur la figure que le commencement de la septième heure, c'est-à-dire la ligne de midi vrai, parce qu'elle suffit dans cet exemple.

EXTRAIT DU MANUSCRIT N° 1148.

On se sert du cône de la même manière que du cylindre. (Voyez page 439.) S.

TABLE DES HAUTEURS,

POUR LES JOURS DONT LA HAUTEUR MÉRIDIENNE EST DONNÉE, DE 5 DEGRÉS EN 5 DEGRÉS.

HAUTEUR MÉRIDIENNE	Iʳᵉ HEURE. HAUTEUR.		IIᵉ HEURE. HAUTEUR.		IIIᵉ HEURE. HAUTEUR.		IVᵉ HEURE HAUTEUR.		Vᵉ HEURE. HAUTEUR.		ASHRE HAUTEUR.	
	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	Degrés.	Minutes.
5	1	13	2	30	3	32	4	20	4	50	4	36
10	2	35	4	59	7	3	8	39	9	39	8	32
15	3	51	7	27	10	33	12	18	14	39	11	56
20	5	5	9	51	14	00	17	13	19	16	14	57
25	6	17	12	11	17	22	21	29	24	5	17	38
30	7	27	14	20	20	43	25	40	28	52	20	6
35	8	32	16	40	23	56	29	47	33	39	21	56
40	9	36	18	44	27	2	33	50	38	24	24	32
45	10	33	20	43	30	00	37	47	43	5	26	34
50	11	27	22	32	32	49	41	35	47	43	28	33
55	12	15	24	11	35	25	45	12	52	13	30	23
60	13	17	25	40	37	46	48	36	56	46	32	22
65	13	31	26	57	39	12	51	44	61	6	34	17
70	14	5	28	2	41	39	54	28	65	11	36	15
75	14	29	28	53	43	5	56	47	68	13	38	15
80	14	47	29	34	44	9	58	13	72	00	40	23
85	14	50	29	53	44	47	59	39	74	12	42	36
90	15	00	30	00	45	00	60	00	75	00	45	00

CHAPITRE IX.

CONSTRUCTION DE LA BALANCE KHORARIE OU FÉZAZIE.

Prenez un solide de bois dur ou d'autre matière analogue, dont la longueur soit de sept fois son épaisseur ou environ, ce qui n'est cependant pas absolument nécessaire, mais plus convenable; que les faces qui enveloppent le corps dans sa longueur soient planes, formant des angles égaux et au nombre de quatre.

PREMIÈRE FACE.

Fig 80. Prenez sur l'une d'elles [le rectangle] ABCD; retranchez de AB la quantité AE, égale au dixième de AB ou à peu près, et faites BH, DS et CG, aussi égales à AE; puis menez EG, HS.

Ensuite, prenez sur EG la quantité EK, égale au tiers ou à peu près de EG; faites GL, HM et SN égales à EK, et menez KM et LN : la surface KN aura ses côtés parallèles entre eux et parallèles à ceux de ABCD, savoir : chaque côté à celui qui lui est opposé.

Divisez KM en un certain nombre de parties, qui est ordinairement de 36, 48 ou 72; ensuite, prenez par les points de division des parallèles à KL; puis faites deux gnomons [en forme de planchettes], tous deux de cuivre, à faces parallèles et à angles droits, et d'une largeur égale à KL.

Faites ensuite, pour les deux gnomons, deux fentes ou rainures, l'une dans la partie AG et l'autre dans la partie BS, et soit KL la commune section de la surface KN et de la paroi de la [première] rainure, et MN la commune section de la même surface KN

et de la paroi de la [seconde] rainure. Il faut que les deux cannelures soient telles que, quand on y insérera les gnomons, ils ne puissent avoir de mouvement d'aucun côté, et qu'étant perpendiculaires à ABCD, la partie saillante de l'un d'eux comprenne douze divisions de la ligne KM, et que la partie saillante du second ou soit égale à la première ou n'en comprenne qu'une des parties, comme la moitié, le tiers, le quart, ou toute autre partie aliquote.

Ensuite, marquez comme sur la figure les hauteurs du plus long style comprises dans la longueur de la surface [KLMN].

Après cela, marquez sur les doigts de l'ombre horizontale, lesquels sont égaux aux divisions de KM, les doigts de l'ombre verticale correspondante, et vous verrez par l'ombre horizontale, relative à l'ombre verticale, ce que vous avez à remarquer dans celle-ci.

Si vous voulez, par exemple, avoir six doigts de l'ombre verticale, cherchez l'ombre horizontale qui répond à l'ombre verticale de six doigts, vous trouverez 24 doigts; ainsi faites dans le plan KN sur le 24ᵉ doigt un petit cercle, comme vous le voyez dans la figure.

Si on ne trouvait pas dans la longueur de la balance l'ombre horizontale correspondant à l'ombre verticale, comme si la balance ne comprenait que 48 doigts et qu'on opérât pour deux doigts d'ombre verticale, lesquels correspondent à une ombre horizontale de 72 doigts, nombre qui excède celui des doigts d'ombre horizontale marqués sur la balance, on tracerait cette ombre verticale sur le gnomon d'après lequel on ne la suppute pas, du côté qui regarde le plan KN.

EXPLICATION.

Divisez 144 par le nombre des doigts d'ombre horizontale compris dans la balance, le quotient exprimera celui des doigts d'ombre verticale que doit comprendre le second gnomon.

Si les deux gnomons sont égaux, divisez la face opposée [à KN] du [second] gnomon d'après lequel on ne suppute pas l'ombre verticale, en autant de parties que le quotient en contient, et que ces parties commencent à la tête du gnomon, de manière que, s'il y a une fraction dans le quotient, elle réponde au [pied du] gnomon. La première partie, savoir celle qui est vers le haut du gnomon, répondra à un doigt d'ombre verticale; celle qui suit, à deux doigts, et ainsi des autres jusqu'à la dernière, ces doigts tracés sur le gnomon étant ceux qu'on ne peut marquer sur la balance.

Si au contraire l'un des deux gnomons est plus long que l'autre, on supputera l'ombre verticale d'après le plus petit, afin d'avoir le commencement de cette ombre [savoir la limite correspondant à une hauteur égale à zéro]. Ainsi on prendra sur la face du plus long gnomon opposée au plus petit une quantité égale à la face de ce plus petit gnomon opposée au plus grand, et on divisera cette quantité, comme ci-dessus, en un nombre de parties convenable.

Observez qu'ici le véritable gnomon de l'ombre verticale est [égal en longueur à] la distance comprise entre les deux gnomons érigés sur la balance, et qu'en divisant cet espace en douze parties égales, chacune de ces parties doit répondre à un des doigts de l'ombre verticale portée sur le gnomon. [Ce qui vous donne un moyen d'en trouver la valeur géométriquement, au lieu de le faire par le calcul, comme nous venons de l'indiquer.]

Voici une table qui comprend les ombres verticales, de doigt en doigt, avec les ombres horizontales qui leur correspondent [c'est-à-dire pour la même hauteur].

TABLE.

OMBRE VERTICALE.	OMBRE HORIZONTALE.		OMBRE VERTICALE.	OMBRE HORIZONTALE.	
	Doigts.	Minutes.		Doigts.	Minutes.
1	144 *	00	19	7	35
2	72	00	20	7	12
3	48	00	21	6	51
4	36	00	22	6	33 **
5	28	18	23	6	16
6	24	00	24	6	00
7	20	34	25	5	46
8	18	00	26	5	32
9	16	00	27	5	20
10	14	24	28	5	9
11	13	5	29	4	58
12	12	00	30	4	48
13	11	5	31	4	34
14	10	17	32	4	30
15	9	36	33	4	22
16	9	00	34	4	14
17	8	28	35	4	7
18	8	00	36	4	00

* Manuscr., 84.

** Manuscr., 53.

Il y a des gens qui tracent les heures sur ABCD, en supposant que la largeur du style est égale à EG, et si les heures qu'ils veulent tracer sont particulières à une latitude déterminée, ils appellent la ligne EG les six parties égales, et appliquent celle qui est vers E au Capricorne, celle qui vient après au Verseau, et de même jusqu'aux Gémeaux; ensuite ils attribuent aussi la partie des Gémeaux à l'Écrevisse, celle du Taureau au Lion, et ainsi de suite, de manière toutefois que le commencement de l'Écrevisse répond à la fin des Gémeaux et le commencement des Gémeaux à la fin de l'Écrevisse, et de même pour les autres signes.

Puis ils mènent par chaque point de division, et parallèlement à AB, des droites vers BD, lesquelles droites sont les lignes d'heures.

Fig. 80. Ensuite ils prennent l'ombre verticale de la fin de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse, à la latitude pour laquelle ils veulent tracer les heures, [ils prennent, dis-je, cette ombre] avec le compas, sur l'échelle construite à cet effet; et, posant l'une des pointes sur la ligne EG, à l'origine de la ligne [d'heures] propre au commencement de l'Écrevisse, ils marquent sur cette ligne [d'heures], avec l'autre pointe, le point de limite de la fin de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse, et ils déterminent de même les limites des autres heures du même jour et celles du commencement des autres signes; enfin ils joignent les points comme on a coutume de le faire, et ils tracent la ligne de l'*ashre* par les mêmes procédés; ensuite ils écrivent sur chaque ligne l'heure à laquelle elle appartient.

Fig. 81. Mais si les lignes d'heures qu'ils veulent tracer doivent être propres à différentes latitudes, ils divisent la ligne EG en 36 parties, et après avoir mené vers BD, et parallèlement à AB, des droites qu'ils nomment *lignes d'heures*, ils écrivent entre ces lignes

les ombres verticales, de doigt en doigt; ensuite ils prennent, dans la troisième table du chapitre XXXIX de la première partie, l'ombre horizontale de la fin de la première heure du jour pour lequel il n'y a pas d'ombre verticale à midi vrai, savoir 44 doigts 46 minutes; et prenant avec le compas, sur la ligne d'heures propre à ce jour, la distance correspondante, ils marquent le point de limite de la fin de la première heure dudit jour; et après avoir marqué de même les fins d'heure sur chaque ligne d'heures, ils joignent les points de limite selon la coutume et tracent la ligne de l'*ashre;* enfin ils écrivent sur chaque ligne l'heure à laquelle elle appartient, et ils en font autant pour la ligne de l'*ashre.*

Le corps de l'ombre doit être fixe sur la balance, et c'est d'après lui que se construit l'échelle. Nous donnons une figure de la balance particulière à une latitude déterminée, ainsi que celle d'une balance propre à différentes latitudes, et nous avons tracé sur l'une et l'autre le commencement de la septième heure et la ligne de l'*ashre;* ce qui suffit pour cet exemple, parce qu'on peut d'après cela terminer entièrement la construction.

DEUXIÈME FACE.

Considérant ensuite l'une des deux faces adjacentes à celle dont vous avez achevé le tracé, prenez sur cette face le rectangle ABCD, dont la longueur est AC et la largeur AB; retranchez de AB la quantité AE, égale au quart à peu près de AB, et de AE la quantité EG, égale à peu près au tiers de AE, et par les deux points E et G menez parallèlement à AC les deux droites EH et GT; divisez AC et EH chacune en 18 parties égales, et par les points de division correspondants des deux lignes menez des lignes droites, qui diviseront GT en 18 parties égales. Fig. 82.

Divisez ensuite chaque partie de GT et chaque partie de EH

en 5 parties égales, et par les points de division correspondants de ces deux lignes menez autant de lignes droites; elles partageront la ligne EH en 90 parties égales : nommez ces parties *degrés* et la ligne EH *cadran;* ensuite écrivez sur le rectangle AT le nombre 5 et ses multiples, comme vous le voyez dans la figure.

Après cela, marquez sur BE le point I très-proche du point E, et par le point I menez IK, parallèle à EH; prenez sur IB le tiers à peu près de cette ligne, savoir IL, et sur IL le tiers de cette ligne aussi à peu près, savoir IM, et par les deux points LM menez parallèlement à AC les droites LN et MS; ensuite prenez dans la quatrième table du chapitre XXIV de la première partie l'arc [de l'écliptique] correspondant à un degré de déclinaison, savoir 2° 30′, et, posant une règle sur le point de limite de 2° 30′ du cadran, dirigez-la parallèlement à AB et menez entre les deux lignes MS et LN une parallèle à AB; ensuite prenez dans la même table l'arc correspondant à deux degrés de déclinaison, vous aurez 4° 59′, et, posant la règle comme il vient d'être dit sur le point correspondant du cadran, menez entre MS et LN une seconde parallèle à AB. Faites de même jusqu'au cinquième degré de déclinaison, et menez de IK à LN la parallèle à AB, qui répond à ce degré; faites de même pour les 10e, 15e, 20e et 23e degrés, et marquez ces degrés de déclinaison dans le rectangle LS, comme vous le voyez dans la figure.

On pourrait tracer la déclinaison de quart en quart de degré ou autres divisions plus petites ou plus grandes [selon l'exigence des cas].

En troisième lieu : Marquez sur la ligne AB le point O près du point L, et divisez BO en deux parties au point F; prenez sur FO les deux tiers de cette ligne à peu près, savoir FX, et par les points O, X, F, menez parallèlement à AC les lignes OQ, XR, FV; ensuite prenez dans la table d'ombre *rhouârzémie* la hauteur à laquelle répond un doigt, savoir 85° 14′; et, posant

le bord de la règle sur la partie correspondante du cadran [et dans une direction parallèle à AB], menez entre les deux lignes XR et FV une parallèle à AB; après cela, prenez dans la table la hauteur qui répond à deux doigts, savoir 80° 32′, et, plaçant la règle sur la partie correspondante du cadran, menez comme il vient d'être dit une seconde parallèle à AB entre les lignes XR et FV. Faites de même pour les 3ᵉ, 4ᵉ et 5ᵉ doigts, jusqu'à la fin du nombre des doigts de l'ombre; et lorsque vous arriverez à cinq doigts, vous prolongerez la parallèle à AB jusqu'à la ligne OQ, ce que vous ferez aussi pour dix doigts et pour les autres multiples de cinq, et vous écrirez le nombre des doigts dans le rectangle OR, comme vous le voyez dans la figure.

En quatrième lieu : Marquez le point P près du point F, et, prenant sur BP le tiers de cette ligne, PU, menez par les points P et U les droites PY, UZ, parallèles à BD; ensuite cherchez dans la table de sinus, *rhouârzémî*, l'arc qui répond à une partie [ou soixantième] du sinus : vous aurez 57′. Alors, posant la règle sur la partie du cadran correspondante, vous mènerez entre ces lignes PY et UZ une parallèle à AB, et vous marquerez de la même manière les autres parties de sinus; et quand vous arriverez à un multiple de 5, vous prolongerez la parallèle correspondante jusqu'à la ligne PY; ensuite vous écrivez le nombre des parties du sinus dans les parties du rectangle BY, comme vous le voyez sur la figure.

TROISIÈME FACE.

Prenez actuellement la face opposée à celle sur laquelle nous venons de faire la construction précédente, et soit sur cette face [le rectangle] ABCD, dont la longueur est AC et la largeur AB. Fig. 83.

Prenez sur AC la quantité AE, égale au tiers[1] de AC; par le

[1] Nous avons pris la moitié, comme l'auteur le fait dans la figure.

point E menez EG, parallèle à AB, et insérez dans le rectangle AG, la table des sinus fadhal et celle qui contient le rapport par lequel on trouve l'arc de révolution dans le lieu où vous êtes et aux environs, déterminant ce rapport suivant ce que nous avons dit dans le chapitre XLII de la première partie; opération qui ne peut présenter de difficultés à qui que ce soit.

Ensuite retranchez de CE une petite quantité CH, et de CD une même quantité CT, et menez par le point T la ligne TI, parallèle à CE, et par le point H la ligne HK, parallèle à CD; menez la droite IK et prenez une ombre horizontale d'un nombre de doigts entier et sans fraction, tel que 12, 16, 18, 24, ou tout autre nombre entier par lequel on puisse diviser 144 exactement et sans fraction aucune au quotient : nous supposerons dans cet exemple que ce nombre est 12 doigts.

Ajoutez à ce nombre de doigts de l'ombre horizontale proposée le nombre des doigts de l'ombre verticale correspondante, et conservez la somme, qui, dans ce cas particulier, est de 24 doigts.

Divisez EH comme le conservé, c'est-à-dire en 24 parties, et divisez de même DT et IK; puis menez par les points de division de la ligne EH et les points de division correspondants de IK des lignes droites, ces droites seront parallèles entre elles et parallèles à CD; menez de même par les points de division de DT et leurs correspondants sur IK des lignes droites qui seront parallèles entre elles et parallèles à EH; ensuite écrivez le nombre des doigts de l'ombre horizontale donnée, savoir 12, dans les divisions du rectangle IH, de suite et de doigt en doigt, comme vous le voyez dans la figure, et que le premier doigt commence vers I; écrivez de même dans les autres divisions du rectangle IH, de suite et de doigt en doigt, les 12 doigts de l'ombre verticale qui répond à l'ombre horizontale proposée, comme vous le voyez dans la figure, et que le premier doigt de cette ombre soit vers C.

Écrivez de même de suite et de doigt en doigt, dans les parties

du rectangle TK, les doigts de l'ombre horizontale donnée, en commençant vers T, comme vous le voyez dans la figure; enfin écrivez de même, dans les autres divisions du même rectangle, les doigts de l'ombre verticale correspondante, en commençant vers D; et définitivement écrivez à l'extrémité de TD, dans la moitié du petit rectangle TH, *ombre de midi vrai*, et dans l'autre moitié du même rectangle TH, à l'extrémité de IH, *ombre du temps*.

Après cela procédez au tracé des heures.

Prenez dans la troisième table du chapitre XXXIX de la première partie l'ombre horizontale de la fin de la première heure du jour qui n'a pas d'ombre à midi vrai, savoir 44 doigts 46', et prenez ces 44 doigts 46' sur les doigts d'ombre horizontale que contient ligne LI, et marquez à l'extrémité un point de limite qui sera celui de la fin de la première heure du jour proposé. Mais si, comme dans la figure, le nombre des doigts d'ombre horizontale que contient la ligne LI est plus petit que $44^d\,46'$, cherchez dans la table indiquée l'ombre verticale de la fin de la première heure dudit jour, laquelle est de $3^d\,13'$, et prenez-les sur les doigts d'ombre verticale contenus dans LI : vous aurez un point de limite qui sera celui de la première heure du jour proposé. Faites de même pour les autres heures du même jour.

Ensuite prenez dans la table indiquée l'ombre verticale de la fin de la première heure du jour dont l'ombre horizontale à midi vrai est d'un doigt, vous aurez $3^d\,12'$.

Prenez $3^d\,12'$ sur les doigts d'ombre verticale contenus dans la ligne LI, et menez par le point de limite une ligne occulte parallèle à LK : elle coupera la ligne propre au jour dont l'ombre horizontale à midi vrai est d'un doigt, c'est-à-dire la ligne MN, en un point qui marque la fin de la première heure du même jour, dont l'ombre horizontale à midi vrai est d'un doigt.

Vous vous servirez de même de l'ombre verticale pour [trouver]

la fin de la seconde heure du même jour, parce que la ligne LI de la figure contient moins de doigts d'ombre horizontale qu'il n'y en a dans l'ombre horizontale de la fin de cette seconde heure.

Vous ferez de même pour les autres heures du même jour et pour celles des autres jours dont les ombres verticales à midi sont données successivement dans le compartiment TK, jusqu'à la dernière, qui dans la figure est de 12 doigts.

Après cela, prenez dans la seconde table du chapitre XXXIX l'ombre verticale de la fin de la première heure du jour dont l'ombre [verticale] à midi vrai est de 11 doigts, savoir $2^d\ 8'$; prenez sur LI le même nombre de doigts d'ombre verticale, et par le point de limite menez une ligne occulte [parallèle à LK] qui coupera la ligne propre au jour dont l'ombre verticale à midi vrai est de 11 doigts en un point qui marquera la fin de la première heure de ce jour.

Ensuite prenez dans la même table l'ombre verticale de la fin de la seconde heure du même jour, savoir $4^d\ 18'$, et sur la ligne LI un nombre égal de doigts; puis menez par le point de limite une ligne occulte qui coupera la ligne propre au jour dont l'ombre verticale à midi vrai est de 11 doigts en un point qui marquera la fin de la seconde heure du même jour.

Faites de même pour les autres heures de ce jour et pour celles des jours dont les ombres verticales à midi vrai sont données successivement dans le compartiment TK; ensuite joignez les points de limite, comme on l'a expliqué précédemment, et écrivez sur les heures le nombre qui en marque l'ordre, observant que la fin de la sixième heure est [marquée par] la ligne KI : vous n'éprouverez aucune difficulté pour le tracé de l'*ashre* d'après les tables II et III du chapitre XLVI de la première partie.

Ou, si mieux vous aimez, vous marquerez les ombres horizontales à midi vrai, ainsi que leurs heures, dans un des segments

du rectangle GL, et les ombres verticales à midi vrai et leurs heures dans le second segment du même rectangle.

QUATRIÈME FACE.

Prenez maintenant la dernière des quatre faces, savoir celle qui est opposée à la première, et soit sur cette quatrième face [le rectangle] ABCD, dont la longueur est AC et la largeur AB. Fig. 84.

Retranchez de AB la ligne AE, égale au quart de AB, et la ligne BG, égale à AE; par les deux points E et G menez les deux lignes EF, GH, parallèles à AC, et considérez GH comme le coascendant d'un lieu qui n'a pas de latitude, et EF comme le coascendant d'un lieu situé à 45° de latitude.

Prenez sur AC la ligne AI, égale au quart de AE, et par le point I menez IT, parallèle à AB, le point de rencontre de IT et de EF étant en K et celui de IT et de GH étant en M.

Divisez EG en huit parties égales, et par les points de division menez à FH des parallèles à AC : celle de ces lignes qui est le plus près de GH sera pour le coascendant du lieu dont la latitude est de 6°; celle qui suit sera pour le coascendant du lieu dont la latitude est de 12°, et ainsi des autres jusqu'à la dernière.

Le compartiment GK sera divisé par ces lignes en huit parties égales, et vous écrirez dans chacune, sur les lignes considérées comme coascendants des latitudes, le nombre qui exprime chaque latitude particulière, comme vous le voyez dans la figure.

Nous n'avons donné ici les coascendants que pour quelques latitudes, et nous n'avons pas été jusqu'au dernier, savoir jusqu'à la ligne qui répond au lieu dont la latitude est égale au complément de l'obliquité de l'écliptique, au delà de laquelle latitude il y a peu de pays habitables, parce que ces coascendants, attendu le peu de longueur de la ligne GE, auraient été serrés outre mesure, ce qui les eût rendus difficiles à distinguer,

et que, si nous les eussions tracés, l'obliquité eût été telle qu'on n'en aurait pu tirer beaucoup d'utilité; mais cet inconvénient n'aurait pas lieu si la ligne GE eût été d'une longueur convenable, auquel cas nous aurions mis tous les coascendants.

Prenez sur KI la ligne KL, égale au sixième de KI, et sur MT la ligne MN, égale au sixième de MT; divisez les deux lignes LI et NT chacune en trois parties égales, aux points Q, V et O, S, et par les points V, Q, L, N, S, O, menez les lignes VX, QR, LS', NT', SY, OZ, toutes parallèles à AC.

Ensuite divisez les deux lignes QR et SY chacune en 36 parties égales; placez la règle sur chaque point de division de QR et sur le point de division correspondant de SY, et menez [pour chaque position] deux lignes, l'une entre KF et QR, et l'autre entre MH et SY : les lignes KF et MH seront par là divisées en 36 parties égales; divisez chacune de ces parties en 5 autres, et menez par chaque point de division des parties de KF et par chaque point de division correspondant de chaque partie de MH deux droites, l'une entre les lignes MH et NT', et l'autre entre KF et LS'; ensuite écrivez dans les divisions des deux compartiments QS' et NY les multiples successifs de 5, en commençant vers LQ et finissant vers NS, comme on le voit dans la figure.

Posez le bord de la règle sur le point [ou degré] de KF qui répond au coascendant du commencement du Verseau dans la sphère droite, savoir sur 32° 13', et sur le point de MH qui répond au commencement du coascendant du Sagittaire, aussi dans la sphère droite, savoir sur 327° 47', et menez deux droites, l'une entre les deux lignes SY et TD, et l'autre entre QR et IC; posez de suite la règle sur les points qui répondent l'un au coascendant de la fin du Verseau, l'autre au coascendant du commencement du Scorpion dans la sphère droite, et menez de même deux lignes, l'une entre SY et TD, l'autre entre QR et IC. Faites de même pour les coascendants des commencements du Bélier et de la Balance,

du Taureau et de la Vierge, des Gémeaux et du Lion : par là les compartiments QX et SZ seront divisés chacun en six parties, dans lesquelles vous écrirez les noms des signes, comme vous le voyez dans la figure.

Après cela, posez le bord de la règle sur le point de KF qui répond aux coascendants des six [premiers] degrés du Capricorne, savoir sur 6° 33′, et sur le point de MH qui répond à 24° du Sagittaire, savoir sur 353° 27′, et menez deux droites, l'une entre les deux lignes VX et IC, et l'autre entre OZ et TD; posez de même la règle sur le point qui répond au coascendant de 12° du Capricorne et sur celui qui répond au coascendant de 18° du Sagittaire, et menez encore deux droites, l'une entre les deux lignes VX et IC, et l'autre entre OZ et TD.

Faites de même pour le coascendant de 18° du Capricorne et de 12° du Sagittaire, de 24° du Capricorne et de 6° du Sagittaire. Par cette construction, la partie du compartiment VC propre au Capricorne sera divisée en cinq parties; celle du compartiment OD propre au Sagittaire sera aussi divisée en cinq parties, et vous écrirez dans les parties du Capricorne les degrés de ce signe, et dans celles du Sagittaire les degrés qui leur conviennent de même, comme vous le voyez dans la figure, et vous ferez la même chose pour les autres signes.

Après cela, posez le bord de la règle sur le point de KF qui répond au coascendant dans la sphère droite de 6° du Bélier, savoir sur 5° $\frac{1}{2}$, de manière que la règle soit parallèle à KM, et vous marquerez sur la ligne, considérée comme le coascendant de l'équateur, le point d'intersection de cette ligne et du bord de la règle.

Puis posez la règle sur le point de KF qui répond au coascendant de 6° du Bélier dans le lieu dont la latitude est de 6°, savoir sur 5° $\frac{1}{4}$, valeur déjà donnée dans la première table du chapitre XXXIII de la première partie; et la position de la règle

étant comme nous venons de le dire [parallèle à KM], marquez sur la ligne, considérée comme le coascendant du lieu dont la latitude est de 6°, le point d'intersection de cette ligne et du bord de la règle.

Posez de même la règle sur le point de KS qui répond au coascendant de 6° du Bélier dans le lieu dont la latitude est de 12°, savoir sur 4° 59′, comme vous le trouvez dans la première table indiquée, et faites de même que pour le précédent. Continuez cette opération jusqu'à ce que vous en soyez au coascendant de 6 degrés du Bélier dans le lieu qui a 48° de latitude, en prenant dans la table indiquée ce coascendant pour ladite latitude, lequel est de 2° 50′, et marquez le point d'intersection de la ligne MH propre à cette latitude.

Ensuite joignez le premier point d'intersection au second, le second au troisième, et ainsi des autres jusqu'au dernier : la ligne composée de toutes les lignes partielles de jonction comprendra le coascendant de 6° du Bélier pour toutes les latitudes proposées.

Faites de même pour 12° du Bélier aux mêmes latitudes et pour les lignes qui comprennent les coascendants des degrés des autres signes à ces latitudes; et toutes les fois que vous arriverez à la fin d'un signe, vous marquerez la ligne qui en comprend les coascendants aux latitudes données, soit avec des points, soit tout autrement, afin de les distinguer des autres lignes; ensuite vous écrirez les noms des signes et de leurs parties [calculées] entre les lignes qui en comprennent les coascendants, comme vous le voyez dans la figure.

Cette construction étant terminée, prenez les étoiles voisines de l'équateur et tracez-les de la manière que nous allons décrire pour l'une d'entre elles, et d'après laquelle vous traiterez toutes les autres.

Soit donc l'étoile *Aldébaran*.

Posez le bord de la règle sur la division de KF qui répond au

coascendant de cette étoile dans la sphère droite, savoir à 147° 24′, de manière que la règle soit parallèle à la ligne KM, et menez une droite occulte entre les deux lignes KF et MH. Prenez, sur les divisions de la ligne KM, celle de la déclinaison d'*Aldébaran*, savoir 14° 53′; posez la règle sur la limite de cette division et menez par ce point une droite occulte parallèle à MH : elle coupera la première en un point, et ce point d'intersection des deux droites occultes sera la marque [ou projection] d'*Aldébaran*.

Autour de ce point, comme centre, décrivez un petit cercle, et si l'étoile passe au milieu du ciel avec un signe inférieur, écrivez son nom en bas; mais si elle passe au milieu du ciel avec un signe supérieur, écrivez son nom en haut; si la déclinaison est boréale, mettez un B au-dessus du petit cercle, et un A si la déclinaison est australe.

OBSERVATION.

Les usages de la balance *Khorarîe* sont trop nombreux pour que nous les rapportions ici, comme nous avons fait pour les instruments précédents : nous dirons seulement qu'ils sont exposés en cinquante articles dans le second livre de la IIIᵉ partie. S.

CHAPITRE X.

La construction des heures exposée dans ce livre se rapporte à trois chefs, savoir : construction des heures par l'ombre horizontale, construction des heures par l'ombre verticale, et construction de quelques heures par l'ombre horizontale et de quelques autres par l'ombre verticale.

Le premier et le second livre sont tous les deux consacrés à des constructions relatives ou à une latitude déterminée ou à plusieurs latitudes. Dans celui-ci, ce qui est particulier à une seule latitude est relatif aux signes et pourrait l'être aussi à l'ombre du midi vrai, à la déclinaison ou à la hauteur méridienne, ce qui est manifeste; mais ce qui convient à plusieurs latitudes est relatif à l'ombre du midi vrai et ne peut être autrement.

Quant aux constructions du troisième livre, elles sont propres à plusieurs latitudes et relatives à l'ombre du midi vrai; mais elles peuvent être traitées pour une latitude déterminée relativement à l'ombre du midi vrai et aux parties des signes.

Observez que, dans ce livre, les opérations relatives à plusieurs latitudes ont été faites par voie d'approximation, suivant ce que nous avons dit dans le chapitre XXXIX de la première partie; approximation cependant dont on pouvait se servir utilement pour les objets dont il s'agit. Et remarquez aussi que, dans les opérations relatives à une seule latitude, l'approximation est telle, qu'en y apportant une plus grande exactitude, elle ne serait pas sensible.

FIN DU DEUXIÈME LIVRE.

LIVRE TROISIÈME.

DE LA CONSTRUCTION DES PARALLÈLES DÉCRITS PAR L'EXTRÉMITÉ DE L'OMBRE DES GNOMONS, ET DES LIMITES DES HEURES DE CES PARALLÈLES.

CHAPITRE PREMIER.

DES LIGNES QUI MARQUENT L'EXTRÉMITÉ DE L'OMBRE DES GNOMONS SUR LES PLANS AUXQUELS ILS SONT PERPENDICULAIRES.

Il est démontré que le centre du soleil, le sommet du corps [ou gnomon], qui est [considéré comme] le centre du monde, et l'extrémité de l'ombre sont toujours sur une même ligne droite; et si on imagine cette droite prolongée jusqu'à ce qu'elle rencontre la [surface de la] sphère et qu'elle devienne un de ses diamètres, la partie de ce diamètre comprise entre le centre du soleil et celui du monde se nomme *ligne du rayon solaire*, et l'autre partie *ligne de l'ombre*, et le diamètre entier *diamètre du rayon solaire*.

Quand le soleil décrit la circonférence d'un grand cercle, le diamètre solaire est dans le plan de ce grand cercle, parce que 1° l'une de ses extrémités est au centre du soleil et que ce centre est dans le plan du grand cercle, puisqu'il en décrit la circonférence; 2° parce que le milieu de ce diamètre est au centre du monde et que ce centre est dans le plan du grand cercle, puisqu'il en est le centre même : donc, le diamètre du rayon solaire est dans le plan du grand cercle.

D'où il suit que, quand le soleil décrit un grand cercle parallèle au plan sur lequel le gnomon est dressé perpendiculairement, on ne peut assigner la limite de l'ombre du *mékhias* ou gnomon sur ce plan; car l'extrémité de l'ombre est le point qu'on trouve à l'intersection du plan et de la ligne d'ombre, et dans cette figure [ou construction] le plan ne coupe pas la ligne d'ombre, parce que la ligne du rayon solaire étant dans le plan d'un grand cercle parallèle au plan dont il s'agit est parallèle à ce plan et ne le rencontre pas.

Il a été avancé sur cela beaucoup de choses inexactes, fruits de l'imagination de gens qui n'ont aucune idée de la vérité, comme nous le ferons voir par la suite.

Mais quand le soleil se meut sur la circonférence d'un petit cercle, le diamètre du rayon solaire ne se trouve pas dans le plan de ce cercle, et cela parce que ce diamètre du rayon solaire doit toujours passer par le centre du monde, et que le centre du monde est toujours hors du plan des petits cercles : ainsi la ligne du rayon solaire et l'ombre ne sont jamais dans le plan d'un petit cercle.

Lors donc que le soleil fait sa révolution sur un petit cercle, le diamètre du rayon solaire fait en même temps une révolution entière; mais le milieu de ce diamètre, qui est le centre du monde, reste fixe, et il résulte [de ce mouvement du diamètre] deux surfaces coniques dont le centre du monde est le sommet commun, et qui ont pour bases, l'une le parallèle du soleil, l'autre le parallèle opposé, celle-ci étant produite par [le mouvement de] la ligne d'ombre.

D'après cela, la ligne du rayon solaire et celle de l'ombre se meuvent toujours ou dans le plan d'un grand cercle ou sur la surface d'un cône.

D'où il suit nécessairement qu'il y a cinq lignes qui déterminent les extrémités des ombres des gnomons [sur les plans dont

il s'agit], savoir : la ligne droite, la circonférence du cercle, l'hyperbole, l'ellipse et la parabole.

Et cela parce que le plan sur lequel est érigé perpendiculairement le corps de l'ombre venant à couper la surface produite par la ligne d'ombre, dans son mouvement avec le soleil, coupe ou la surface d'un cône ou celle d'un cercle.

S'il coupe la surface d'un cercle, la ligne d'intersection est une ligne droite, et telles sont les lignes produites par les extrémités des ombres des gnomons sur les plans du méridien, de l'horizon ou du premier vertical, lorsqu'elles rencontrent le grand cercle décrit par le soleil.

S'il coupe la surface d'un cône et qu'il soit parallèle à la base du cône, la ligne d'intersection est une circonférence de cercle, comme les cercles que tracent les extrémités des ombres des gnomons érigés sur des plans parallèles à l'équateur; mais s'il n'est pas parallèle à la base du cône, il produit ou [1°] une *section suffisante* [la parabole], telle que les lignes courbes que tracent les extrémités des ombres des gnomons sur la surface de l'horizon d'un lieu dont la latitude est égale au complément de l'obliquité de l'écliptique lorsque le soleil se meut dans le cercle du commencement de l'Écrevisse; ou [2°] une *section excédante* [l'hyperbole], telle que les lignes que tracent les extrémités des ombres des gnomons dans les lieux qui n'ont pas de latitude ou dont la latitude est moindre que le complément de l'obliquité de l'écliptique; car elles tracent alors sur la surface de l'horizon des sections excédantes [ou hyperboles]; ou [3°] une *section déficiente* [l'ellipse], telle que les lignes courbes que tracent les extrémités des ombres des gnomons sur la surface de l'horizon dans les lieux dont la latitude excède le complément de l'obliquité de l'écliptique et lorsque le soleil est dans le commencement de l'Écrevisse.

Telles sont, sans en excepter aucune, les lignes produites par

[la trace de] l'extrémité des ombres des gnomons sur les plans auxquels ces gnomons sont perpendiculaires.

CHAPITRE II.

DES SURFACES SUR LESQUELLES SE TRACENT LES PARALLÈLES DÉCRITS PAR L'EXTRÉMITÉ DE L'OMBRE DES GNOMONS ET LES LIMITES DES HEURES.

Les surfaces sur lesquelles se fait ce tracé en figures régulières sont au nombre de quatre, savoir : la surface plane, la surface du cylindre, la surface du cône rond et la surface de la sphère.

Cependant personne, que je sache, ne l'a jamais fait sur d'autres surfaces que sur le plan, et ne l'a même indiqué, malgré la possibilité de la construction et la régularité des figures [qui en résultent], sur les [trois] autres surfaces dont nous parlons.

Pour nous, nous exposerons relativement à ces quatre surfaces les constructions qu'il suffit de connaître [pour en déduire toutes les autres].

Ainsi, relativement au plan, nous donnerons dix des constructions dont il peut être l'objet :

I. Construction sur un plan parallèle à l'horizon;

II. Sur un plan parallèle au méridien;

III. Sur un plan parallèle au premier vertical;

IV. Sur un plan parallèle à un vertical quelconque;

V. Sur un plan parallèle à un horizon dont le pôle n'a pas de déclinaison relativement à notre méridien, le gnomon étant perpendiculaire au plan proposé, lequel peut être parallèle à l'équateur;

VI. Sur le même plan, le gnomon étant parallèle à l'horizon;

VII. Sur un plan parallèle à un horizon dont le pôle décline de notre méridien et ne décline pas de notre premier vertical, le gnomon étant perpendiculaire à ce plan;

VIII. Sur le même plan, le gnomon étant parallèle à notre horizon;

IX. Sur un plan parallèle à un horizon dont le pôle décline relativement à notre méridien et à notre premier vertical, le gnomon étant perpendiculaire au plan proposé;

X. Sur le même plan, le gnomon étant parallèle à notre horizon.

Relativement à la surface du cylindre, nous donnerons aussi dix constructions :

I. Construction sur la surface convexe d'un cylindre perpendiculaire à l'horizon, le gnomon étant perpendiculaire à cette surface [et à l'axe du cylindre];

II. Sur la surface convexe d'un cylindre perpendiculaire au plan du méridien;

III. Sur la surface concave de ce cylindre;

IV. Sur la surface convexe d'un cylindre perpendiculaire au plan du premier vertical;

V. Sur la surface concave de ce cylindre;

VI. Sur la surface convexe d'un cylindre perpendiculaire au plan d'un vertical quelconque;

VII. Sur la surface concave de ce cylindre;

VIII. Sur la surface convexe d'un cylindre perpendiculaire à l'horizon d'un lieu dont les pôles ne déclinent pas de notre méridien;

IX. Sur la surface convexe d'un cylindre perpendiculaire à un horizon dont les pôles ne déclinent pas de notre premier vertical et déclinent de notre méridien;

X. Sur la surface convexe d'un cylindre perpendiculaire à un

horizon dont le pôle décline de notre méridien et de notre premier vertical.

Les constructions relatives à la surface du cône se réduisent à celles que nous avons exposées pour la surface convexe du cylindre.

Les surfaces convexe et concave de la demi-sphère peuvent être chacune l'objet de sept constructions :

I. Construction sur la surface concave d'une demi-sphère dont la base est parallèle à l'horizon;

II. Sur la surface concave d'une demi-sphère dont la base est parallèle au plan du méridien;

III. Sur la surface concave d'une demi-sphère dont la base est parallèle au plan du premier vertical;

IV. Sur la surface concave d'une demi-sphère dont la base est parallèle au plan d'un vertical quelconque;

V. Sur la surface concave d'une demi-sphère dont la base est parallèle à un horizon dont le pôle ne décline pas de notre méridien;

VI. Sur la surface concave d'une demi-sphère dont la base est parallèle à un horizon dont le pôle ne décline pas de notre premier vertical;

VII. Sur la surface concave d'une sphère dont la base est parallèle à un horizon dont le pôle décline de notre méridien et de notre premier vertical.

[Outre ces constructions,] on en fait encore sur la surface convexe beaucoup d'autres, qui sont faciles à exécuter.

Nous consacrerons un chapitre à chacune des constructions relatives à la surface plane, ainsi qu'à chaque construction relative à la surface convexe du cylindre; mais nous ne parlerons pas de celles qui se rapportent à la surface concave, parce qu'elles ne présentent aucune difficulté après l'explication de ce qui a lieu pour la surface convexe. De même nous ne rapporterons qu'une

des constructions relatives au cône, les autres ne présentant aucune difficulté après ce qui aura été dit pour le cylindre.

Nous consacrerons trois chapitres aux constructions relatives à la demi-sphère; nous réunirons dans un autre tout ce qui a rapport aux compositions [ou assemblages de plans]; nous expliquerons aussi dans un seul chapitre un usage particulier [de quelques-uns] des plans dont nous aurons parlé, [et nous terminerons ce troisième livre de la seconde partie par l'exposé des méthodes employées pour reconnaître la latitude à laquelle on doit rapporter des constructions données].

CHAPITRE III.

CONSTRUCTION DES HEURES SUR UN PLAN PARALLÈLE A L'HORIZON.

Les heures construites sur un tel plan sont connues du public sous le nom d'*heures du basithah* [cadran horizontal].

1. POUR UN LIEU SANS LATITUDE.

Si le lieu pour lequel vous voulez faire cette construction n'a pas de latitude, opérez pour le commencement du Capricorne et de l'Écrevisse ou pour le commencement de tous les signes, ou bien pour les limites de leurs moitiés ou de leurs tiers, selon le degré de précision que vous voulez obtenir; car si la construction est faite pour le commencement de tous les signes, elle est beaucoup plus exacte que si elle n'était faite que pour le commencement du Capricorne et celui de l'Écrevisse seulement.

Ainsi déterminez par le calcul ou géométriquement les ombres horizontales et leurs azimuts pour les limites des heures du jour de chacun des douze signes et pour celles des demies d'heures ou de leurs tiers, selon le degré de précision que vous voulez donner aux parallèles.

La détermination par le calcul est préférable à celle qui serait faite géométriquement; car, pour se flatter d'arriver par celle-ci à une grande précision, il faudrait tracer un cercle dont le diamètre fût assez grand pour que les degrés puissent y être exactement divisés en minutes, et ce cercle serait trop petit si son diamètre n'avait pas vingt coudées; aussi serait-il très-difficile à exécuter, comme tous les instruments dont on devrait se servir.

[Lors donc que vous aurez déterminé toutes les choses demandées par le calcul] ordonnez le tout dans une table.

Après cela, prenez une tablette de bois dur, ou de marbre ou de cuivre, bien préparée et à angles droits, et que la face sur laquelle vo s devez tracer les heures soit parfaitement plane.

Fig. 85. Prenez sur cette face le rectangle ABCD, dont la longueur est AC et la largeur AB, et appliquez-vous à marquer le centre du plus long corps [ou gnomon], qui doit être fixé sur ABCD et être tel que l'ombre de ce gnomon tombe sur le rectangle, à la fin de la première heure et au commencement de la douzième.

Pour cela, divisez la ligne AC en deux parties au point E, et par ce point E menez EF, parallèle à AB. Divisez EF en deux parties au point M, ce point sera le centre du plus long gnomon, qui doit être placé sur le plan ABCD, pour que l'ombre y soit portée à la fin de la première heure ou au commencement de la douzième.

Cherchez de suite la longueur de ce gnomon à poser sur le plan ABCD, pour que son ombre y soit portée à la fin de la première heure et au commencement de la douzième.

Pour cela, du point M, comme centre, décrivez dans le rec-

tangle ABCD un cercle occulte dont la circonférence passe par les deux points E et F; que le point E soit le vrai point sud, et F le vrai point nord; en divisant les deux arcs EF chacun en deux parties égales aux points G et H, le point G sera le vrai point d'ouest et H le vrai point d'est.

Après cela, construisez sur une surface plane un quart de cercle égal au cadran GME; soit TIK ce quart de cercle. Divisez IK en 90 parties égales, et marquez sur chacune le nombre qui lui convient, comme vous le voyez dans la figure; puis prenez dans la table annexée à ce chapitre l'azimut de l'ombre de la fin de la première heure du jour du commencement du Capricorne ou du jour du commencement de l'Écrevisse, lequel azimut est de 24 degrés et un tiers de degré; et, prenant avec le compas, sur le quart de cercle divisé, un nombre égal de degrés, conservez l'ouverture de l'instrument et posez l'une des pointes sur le point G, puis faites avec l'autre pointe une marque sur l'arc GF; par cette marque et par le centre M, faites passer une ligne occulte terminée à l'une des deux lignes BA et BD ou à leur commune section en B, comme on l'a fait dans la figure. Ensuite prenez dans la table indiquée l'ombre de la fin de la première heure, savoir $49^d\ 6'$; portez-la à 50^d, et construisez sur un plan une échelle dont la longueur soit égale à MB; divisez cette échelle en 50 parties, et écrivez sur chacune le nombre qui lui convient, comme vous le voyez dans la figure.

Alors prenez 12 parties de cette échelle, ce sera la longueur approchée du plus long gnomon que l'on puisse fixer sur le plan ABCD.

Après cela, tracez les limites des heures de la manière suivante:

Prenez dans la table l'azimut de l'ombre de la fin de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse, lequel est de $24°\ 20'$, et, prenant avec le compas un égal nombre des parties du quart de cercle, posez l'une des pointes en G, vrai point d'ouest,

et avec l'autre pointe faites une marque sur le cadran méridional GE, parce que l'azimut est méridional; ensuite, avec la même ouverture du compas, posez l'une des pointes sur le point H, et faites une marque avec l'autre pointe sur le second cadran méridional HE, aussi parce que l'azimut est méridional. Après cela, placez le bord d'une règle sur le point M et sur la première des deux marques, et menez par le point M et par cette marque une droite prolongée indéfiniment; menez de même par le point M et par la seconde marque une droite aussi prolongée indéfiniment; prenez dans la table l'ombre de la fin de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse, savoir 49^d 6′, et avec le compas un égal nombre des parties de l'échelle, et, posant l'une des pointes en M, faites une marque avec l'autre pointe au lieu où elle atteint sur la ligne qui passe par la première marque : cette nouvelle marque sera celle de la fin de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse. Faites de même une marque sur la ligne qui passe par la seconde marque, cette nouvelle marque sera celle du commencement de la douzième heure du même jour.

Ensuite prenez dans la table l'azimut de la seconde heure dudit jour, 26° 45′, puis avec le compas un égal nombre des parties du quart de cercle divisé; et, posant l'une des pointes en G, faites une marque avec l'autre pointe au lieu où elle peut atteindre sur le cadran méridional [GE]; posez de même la pointe du compas, l'ouverture en restant la même, sur le point H, et faites une marque avec l'autre pointe sur le cadran méridional [HE] : ces deux marques sont faites sur les deux cadrans méridionaux parce que l'azimut est méridional; s'il était septentrional, on les aurait faites sur les deux cadrans septentrionaux HF et GF. Alors placez le bord de la règle sur la première de ces deux marques et sur le point M, et menez du point M à la marque une droite occulte prolongée indéfiniment : cette droite sera la ligne d'azimut de la

fin de la première heure du jour proposé; placez de même le bord de la règle sur la seconde des deux marques et sur le point M, et menez de même une ligne occulte passant par la seconde marque, ce sera la ligne d'azimut du commencement de la onzième heure dudit jour. Ensuite prenez dans la table l'ombre de la seconde heure du même jour, laquelle est de $23^d\ 18'$, et sur l'échelle un nombre égal de parties; et, conservant l'ouverture du compas, posez l'une des pointes en M et faites avec l'autre pointe, en quelque lieu qu'elle atteigne sur la ligne d'azimut de la seconde heure, une marque qui sera celle de la fin de la seconde heure dudit jour proposé; faites de même une marque sur la ligne d'azimut de la onzième heure, et cette marque sera celle du commencement de cette heure au jour proposé.

Faites dans le même ordre les marques des autres heures du même jour, et ensuite celles des heures du jour du commencement du Capricorne et de tel autre signe que vous voudrez, et joignez [par un trait] la marque de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse à celle de la première heure du jour du commencement du Capricorne, si toutefois il n'y a entre elles deux aucun des parallèles des autres signes; mais s'il y en a quelques-uns, joignez la marque de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse à celle de la première heure du jour du signe qui suit, et celle-ci à la marque de la première du jour du signe suivant, et ainsi de suite jusqu'à ce que vous arriviez à la marque de la première heure du jour du commencement du Capricorne, et la ligne composée de tous ces traits partiels de jonction sera la limite de la première heure de tous les jours de l'année dans un lieu sans latitude.

Ensuite procédez de la même manière au tracé des limites des autres heures, et, joignant la marque de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse à la marque de la seconde heure du même jour, celle-ci à celle de la troisième heure, et

ainsi de suite jusqu'à la marque de la douzième heure, la ligne formée par tous les traits partiels de jonction sera le parallèle du commencement du signe de l'Écrevisse.

Vous tracerez de même les parallèles des autres signes que vous aurez choisis.

Quant au parallèle du commencement du Bélier, on le trace d'une manière plus expéditive que celle qui précède; car il suffit de mener par le point M une droite qui fasse avec la ligne EF un angle droit, et de prolonger cette droite de part et d'autre jusqu'à la limite de la première heure et jusqu'à celle de la douzième heure : cette ligne ainsi prolongée sera le parallèle du Bélier.

Procédez ensuite au tracé de la ligne de l'*ashre* de la manière suivante :

Prenez dans la table l'ombre de l'*ashre* du jour du commencement de l'Écrevisse, savoir $17^d\ 15'$, et avec le compas un égal nombre des parties de l'échelle; placez l'une des pointes en M, et avec l'autre faites sur le parallèle du commencement de l'Écrevisse une marque du côté de l'orient; ensuite prenez avec le compas sur l'échelle une quantité égale à l'ombre de l'*ashre* au jour du commencement du Bélier, savoir $12^d\ 00'$, et, posant l'une des pointes en M, faites avec l'autre pointe, sur le parallèle du commencement du Bélier, une marque vers l'orient; prenez de même sur l'échelle une quantité égale à l'ombre de l'*ashre* au jour du commencement du Capricorne, savoir $17^d\ 15'$, et, posant en M l'une des pointes du compas, faites avec l'autre, sur le parallèle du commencement du Capricorne, une marque vers l'orient; joignez ensuite ces trois marques par un arc, cet arc sera celui de l'*ashre*.

Alors écrivez sur chaque parallèle, sur chaque côté [ou région], sur les heures et sur l'arc de l'*ashre*, la dénomination qui convient à chacun, comme vous le voyez sur la figure; puis faites le corps

de quelque substance dont la forme soit celle d'un cône rond, dont l'axe, de la base au sommet, soit de douze parties de l'échelle; posez ce corps perpendiculairement [au plan ABCD] sur le centre M et retranchez du cadran dans lequel est la Mecque la quantité dont elle décline [du méridien] du lieu pour lequel est faite la construction, et menez par le point M et par l'extrémité de l'arc de déclinaison une droite, ce sera la ligne de l'azimut de la Mecque.

Si vous voulez poser la tablette comme il convient relativement au ciel, après avoir placé horizontalement le plan ABCD, comme il a été dit précédemment, et lorsque le soleil sera dans le méridien, tournez ce plan à droite ou à gauche, sans qu'il cesse d'être parallèle à l'horizon, jusqu'à ce que l'extrémité du gnomon [ou corps] tombe sur le commencement de la septième heure; fixez alors la tablette, et elle sera posée convenablement.

Ou autrement : Après avoir placé la tablette horizontalement, si vous êtes à la fin d'une heure, tournez le plan ABCD à droite ou à gauche et parallèlement à l'horizon, jusqu'à ce que l'extrémité de l'ombre du gnomon tombe sur la limite de la fin de cette heure; fixez alors la tablette, et elle sera placée comme elle doit être.

TABLE DES OMBRES, DE LEURS AZIMUTS SEPTENTRIONAUX ET MERIDIONAUX,

POUR LE COMMENCEMENT DU CAPRICORNE ET DE L'ÉCREVISSE.

COMMENCEMENT DU CAPRICORNE.						COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.					
HEURES.	OMBRE.		AZIMUT de l'ombre.			HEURES.	OMBRE.		AZIMUT de l'ombre.		
	Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
I	49	6	24	20	Ces azimuts sont septentrionaux.	I.....	49	6	24	20	Ces azimuts sont méridionaux
II....	23	18	26	45		II....	23	18	26	45	
III ...	14	6	31	42		III ...	14	6	31	42	
IV....	9	12	41	8		IV....	9	12	41	8	
V....	6	18	59	27		V....	6	18	59	27	
VI....	5	15	90	00		VI ...	5	15	90	00	
Ashre.	17	15	29	10		Ashre.	17	15	29	10	

II. FAIRE LES MÊMES CONSTRUCTIONS POUR UN LIEU QUI A UNE LATITUDE.

[PREMIER CAS.] La latitude du lieu étant moindre que le complément de l'obliquité de l'écliptique, tracer les heures de temps de ce lieu.

Soit la latitude de 30° nord.

Pour tracer les heures de temps de cette latitude sur le plan de l'horizon, déterminez exactement les ombres horizontales et leurs azimuts pour les fins d'heure de temps du jour de chacun des commencements du Capricorne et de l'Écrevisse à la latitude proposée, ou pour les fins d'heure des commencements de tous les signes, si vous voulez plus de précision.

Ordonnez le tout dans une table et prenez un plateau tel que

celui que nous avons décrit ci-dessus, et soit la face destinée au tracé des heures le rectangle ABCD, dont la longueur est AC et la largeur AB. Fig 86.

Ensuite appliquez-vous à déterminer le centre du plus long corps ou gnomon qui doive être fixé sur le plan ABCD, de manière que son ombre soit portée sur ce plan à la fin de la première heure et au commencement de la douzième. Pour cela, divisez AC en deux parties égales au point E; menez par ce point une droite occulte perpendiculaire à AC et rencontrant BD en un point G.

Multipliez l'ombre de la fin de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse, laquelle est dans cet exemple de $48^d\ 40'$, par le sinus de son azimut, lequel est de 20^p environ, et divisez par 60 le produit $973^p\ 20'$: le quotient $16^p\ 13'\ 20''$ sera le sinus verse du parallèle de l'ombre du commencement de l'Écrevisse.

Déterminez de même le sinus verse du parallèle de l'ombre du commencement du Capricorne, lequel est dans cet exemple de $40^p\ 59'\ 49''$.

Tracez sur une surface plane une droite que vous diviserez comme les parties du sinus verse du parallèle du commencement du Capricorne, parce que c'est le plus long sinus verse, ou bien ajoutez-y quelques divisions de plus, et que cette ligne soit plus longue que EG.

Comme il serait difficile de diviser la ligne proposée semblablement aux parties du sinus verse du parallèle de l'ombre du commencement du Capricorne, qui comprend une fraction, et en outre dont les parties ne sont pas exprimées par un nombre composé, on la divisera suivant le nombre composé le plus approché *en plus* du nombre de ces parties [du sinus verse], et relativement à notre exemple ce sera en 42 parties, parce que 42 est le nombre composé qui approche le plus *en plus* du nombre de ces parties;

de plus, il ne faut pas seulement que cette ligne soit plus grande que EG, il faut encore que EG soit plus grande que la différence des deux sinus verses des deux parallèles des solstices, parce que, si elle était plus courte, il ne pourrait y avoir d'intersection de l'arc TI.

Après cela, prenez avec le compas sur la ligne [divisée] les parties correspondant à celles du sinus verse du parallèle de l'ombre du commencement de l'Écrevisse, et, posant l'une des pointes en G, décrivez avec l'autre pointe l'arc TI; prenez aussi avec le compas autant de parties de la [ligne ou] échelle qu'il y a de parties dans le sinus verse du parallèle de l'ombre du commencement du Capricorne, et, posant l'une des pointes en E, décrivez avec l'autre pointe un arc qui coupe TI en un point H; ensuite joignez E et H par la droite EH, et G et H par la droite GH; divisez l'angle GHE en deux parties égales et prolongez la droite qui les sépare jusqu'à ce qu'elle rencontre la ligne GE : le point de rencontre, quel qu'il soit, sera le centre du plus long gnomon demandé.

Le reste de l'opération se fait comme à l'article précédent, si ce n'est que, pour tracer ici le parallèle du Bélier, on prend sur l'échelle avec le compas une quantité égale à l'ombre de son midi vrai, laquelle est dans cet exemple de $6^d\ 56'$; et, posant l'une des pointes sur le centre de son gnomon, on fait avec l'autre une marque sur la ligne EG, vers le point nord, parce que la latitude donnée est septentrionale; c'est ensuite par cette marque qu'on mène la ligne [de ce parallèle] parallèlement à BD et terminée par ses deux extrémités à la limite de la fin de la première heure et à celle du commencement de la douzième heure.

TARIF POUR LES HEURES DE TEMPS.

COMMENCEMENT DU CAPRICORNE.						COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.					
HEURES	OMBRE		AZIMUT de l'ombre		RÉGION	HEURES	OMBRE		AZIMUT de l'ombre.		RÉGION
	Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes			Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
I....	72	53	34	14	B	I. ..	48	40	19	28	A.
II....	37	10	42	14	B	II....	22	15	12	19	A.
III...	25	21	51	40	B.	III....	12	45	5	13	A.
IV....	19	46	62	55	B.	IV....	7	24	3	16	B.
V....	17	5	75	53	B.	V....	3	38	18	12	B.
VI....	16	16	90	00	B.	VI....	1	21	90	00	B
Ashre	28	16	48	20	B.	Ashre..	13	21	5	51	A

Sinus verse du parallèle de l'ombre du commencement de l'Écrevisse : 16^p 13'; du commencement du Capricorne : 41^p 00'.
Ombre à midi vrai du Bélier : 6^d 56'.
(Ashre du) commencement du Bélier, ombre, 18^d 56'; azimut, 21° 14' B.

POUR TRACER LES HEURES ÉGALES.

Déterminez les ombres horizontales et leurs azimuts pour les fins d'heures égales du commencement de l'Écrevisse et du commencement du Capricorne, ou pour les fins d'heure des commencements de tous les signes, si vous voulez une plus grande précision; ordonnez tout cela dans une table et faites pour les ombres et les azimuts tout ce que nous avons dit ci-dessus. La figure que nous donnons pour cette construction ne vous laissera rien à désirer. Fig. 87.

62.

TABLE POUR LES HEURES ÉGALES

COMMENCEMENT DU CAPRICORNE.						COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.					
HEURES.	OMBRE.		AZIMUT de l'ombre.		RÉGION.	HEURES.	OMBRE.		AZIMUT de l'ombre.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
I.....	61	21	35	42	B.	I.....	57	7	20	30	A.
II....	31	24	45	33	B.	II....	26	39	14	17	A.
III....	21	42	58	00	B.	III....	15	55	8	19	A.
IV....	17	31	72	40	B.	IV....	10	6	1	48	A.
V....	16	16	90	00	B.	V....	6	9	6	30	B.
						VI....	3	8	22	52	B.
						VII...	1	21	90	00	B.

[DEUXIÈME CAS.] La latitude du lieu étant égale au complément de l'obliquité de l'écliptique.

Il ne peut y avoir sur la circonférence de l'écliptique aucun point dont l'arc diurne à cette latitude soit plus petit que l'arc diurne de tout [autre] point donné sur cette circonférence; car s'il y avait sur la circonférence de l'écliptique un tel point, l'arc du point diamétralement opposé à celui-ci serait plus long que l'arç diurne de tout [autre] point donné sur la circonférence de l'écliptique à cette latitude, et l'arc du point opposé à ce dernier étant [nécessairement] plus petit que 360 degrés, il ne pourrait y avoir sur la circonférence de l'écliptique aucun point dont l'arc diurne fût de 360 degrés. Or, cela n'est pas, puisque l'on trouve sur la circonférence de l'écliptique un point dont l'arc diurne est de 360 degrés, savoir le point solsticial le plus voisin du pôle

visible, le parallèle de ce point étant tangent à l'horizon et ne le coupant pas. Il ne peut donc y avoir sur la circonférence de l'écliptique aucun point dont l'arc diurne à cette latitude soit plus petit que l'arc diurne de tout [autre] point donné sur la même circonférence[1].

Si cela est impossible, il l'est aussi de tracer complétement les heures du *basithah* [cadran horizontal] à cette latitude, puisqu'il faut, pour exécuter ce tracé complet, construire deux parallèles dont l'un soit le parallèle du point dont l'arc diurne est plus long que ne l'est dans ce lieu celui de tout [autre] point donné sur la circonférence de l'écliptique, et dont l'autre soit le parallèle du point dont l'arc diurne est plus court que ne l'est dans ce même lieu celui de tout [autre] point donné sur la même circonférence, afin que tous les jours de l'année soient compris entre ces deux parallèles et dans l'espace qui les sépare.

Si donc il est impossible de construire complétement les heures du *basithah* [cadran horizontal] à la latitude proposée, on n'en fera que ce qu'il est possible de faire. Or, il n'y a pas de doute qu'à cette latitude les ombres du gnomon n'atteignent [en quelques circonstances] une limite qu'on ne peut assigner; aussi nous arrêtons-nous au point de l'écliptique pour le jour duquel l'ombre du gnomon est la plus longue qu'on puisse construire, et après avoir déterminé les ombres horizontales et leurs azimuts pour les fins d'heure du jour de ce point, nous déterminons les ombres horizontales et leurs azimuts pour les fins d'heure du jour du solstice le plus voisin du pôle visible et pour les fins d'heure de plusieurs autres points compris entre ces deux-là et choisis à des distances égales, en quoi nous procédons comme nous l'avons

[1] La discussion comprise dans ce paragraphe est assez remarquable, en ce qu'elle est fondée sur ce que l'auteur ne pense pas qu'une quantité susceptible de diminution puisse encore être regardée comme plus petite qu'une autre quantité donnée, lorsque par l'effet de ses décroissements successifs elle est devenue égale à zéro. S.

fait précédemment, et nous obtenons nécessairement des parallèles et des limites d'heure d'une grande exactitude.

Quant aux heures que nous négligeons, on pourra les construire sur une autre surface, si on le juge convenable.

Fig. 88. Nous ne donnons dans la figure que les heures du parallèle du commencement de l'Écrevisse et de celui du commencement du Bélier, parce que les ombres des parallèles méridionaux s'étendraient beaucoup au delà des limites de notre feuille, et que d'ailleurs cela doit suffire à ceux qui ont de l'intelligence.

TABLE.

PARALLELE DU COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE						PARALLÈLE DU COMMENCEMENT DU BÉLIER					
HEURES.	OMBRE		AZIMUT		RÉGION.	HEURES.	OMBRE		AZIMUT.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
I.....	213	13	62 [a]	11	A	I	115	9	14 [b]	50	B
II	54	20	36	9	A	II.....	58	44	27	11	B
III ...	30	29	9	57	A.	III....	40	41	42	30	B
IV....	18	14	18	8	B	IV ...	32	31	57	43	B
V	12	48	51	5	B.	V.....	28	39	73 [c]	42	B
VI....	11	7	90	00	B.	VI ...	27	30	90 [d]	00	B
Ashre .	23	50	3	18	B.	Ashre .	39	30	44	9	B

[a] Manusc., 42. [b] Manusc., 54. [c] Manusc., 23. [d] Manusc., 00.

[TROISIÈME CAS.] La latitude étant plus grande que le complément de l'obliquité de l'écliptique.

Ou cette latitude est au-dessous de 90°, ou elle est de 90°; supposons-la au-dessous de 90°, et de 78° 28′.

D'après ce qui précède sur la construction des heures dans un lieu dont la latitude est égale au complément de l'obliquité de l'écliptique, il devient évident que, pour la latitude donnée, on ne peut tracer complétement les limites des heures, et que l'ombre du gnomon atteint une limite qu'on ne peut assigner par une construction. Or, lorsque la chose est ainsi, on ne construit que ce qu'il est possible d'exécuter; ainsi nous nous arrêterons au degré pour le jour duquel l'ombre du gnomon est la plus longue que nous puissions construire, et nous déterminerons les ombres horizontales et leurs azimuts pour les fins d'heure du jour de ce degré; ensuite nous déterminerons les ombres horizontales et leurs azimuts par les fins d'heure du point dont le parallèle est le plus grand parallèle visible, lequel, à la latitude proposée, est celui du commencement du signe du Taureau, et nous construirons de la manière expliquée ci-dessus les parallèles et les limites d'heure qui correspondent à ces ombres et à leurs azimuts; ce qui nous donnera les limites des heures des jours pendant lesquels le soleil est entre le parallèle du degré dans le jour duquel l'ombre du gnomon est la plus longue que l'on puisse construire sur ce tableau et entre le parallèle visible tangent à l'horizon; ensuite nous diviserons l'arc toujours visible de l'écliptique à cette latitude en 12 portions égales, et nous déterminerons les ombres horizontales et leurs azimuts par les fins de leurs heures égales, et nous ferons pour ces ombres et leurs azimuts les parallèles qui leur correspondent, sans tracer les limites des heures de temps; car ces parallèles sont eux-mêmes les limites des heures de temps, du moins à peu près, pendant que le soleil est dans l'arc de l'écliptique toujours visible.

Quant aux heures que nous négligeons de construire, on pourra Fig. 89.
les tracer sur un autre plan, si on le trouve convenable. Nous ne donnerons même que le parallèle du commencement de l'Écrevisse à cette latitude, ne pouvant tracer les parallèles des

autres points, à cause de la longueur des ombres qui leur correspondent.

TABLE : COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.

HEURES	OMBRE.		AZIMUT*.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
I.......	56	13	90	00	A.
II......	54	30	75	56	A.
III......	50	3	61	52	A
IV......	44	50	47	47	A.
V......	38	6	33	40	A
VI......	34	35	20	25	A.
VII.....	28	9	5	4	A.
VIII....	24	32	9	45	B.
IX......	21	44	24	55	B.
X.......	19	38	40	34	B.
XI......	18	11	56	40	B.
XII.	17	20	73**	33	B.
XIII....	17	4	90	00	B.

* Manusc., *Distance.* ** Manusc., 13.

[QUATRIÈME CAS.] La latitude du lieu étant de 90 degrés.

Fig. 90. Soit ABCD le plan destiné à la construction et le milieu de AC en E, par le point E menez perpendiculairement à AC la droite EG, que vous diviserez en deux parties égales au point O, lequel point sera le centre du corps le plus long.

Ensuite déterminez les hauteurs des limites des heures dont voici la valeur approchée pour la latitude donnée, savoir :

La hauteur de la fin de la première [heure] est égale à la déclinaison de la moitié du Bélier ; la hauteur de la fin de la seconde est égale à la déclinaison de la fin du Bélier ; la hauteur de la fin de la troisième heure est égale à la déclinaison de la moitié du Taureau ; la hauteur [de la fin] de la quatrième est égale à la déclinaison du commencement des Gémeaux ; la hauteur [de la fin] de la cinquième est égale à la déclinaison de la moitié des Gémeaux ; enfin la hauteur [de la fin] de la sixième heure est égale à la déclinaison du commencement de l'Écrevisse.

Ou plus exactement : Divisez le temps pendant lequel le soleil parcourt les signes de perpétuelle apparition à cette latitude en 12 parties égales, et déterminez les déclinaisons du soleil pour les limites de ces divisions, vous aurez les hauteurs des fins d'heure ; prenez les ombres horizontales de ces hauteurs et ordonnez-les dans une table.

Ensuite divisez la ligne OE en autant de parties qu'il y a de doigts dans l'ombre horizontale de la fin de la première heure, c'est $115^p\ 9'$ environ, et que le plus long corps soit de 12 parties de OE. Alors construisez une échelle comme nous avons fait précédemment et prenez avec le compas le nombre des parties correspondant à l'ombre de la fin de la première heure, et, posant l'une des pointes en O, décrivez avec l'autre pointe sur ABCD le cercle de limite de la fin de la première heure, et faites de même pour tracer les limites des autres heures.

Quant au tracé de l'*ashre* à cette latitude et aux latitudes pour lesquelles l'ombre du gnomon [ou corps] n'augmente d'une fois la longueur du gnomon qu'après que la sphère a fait plus d'une révolution entière, ce qui n'a lieu que pour les latitudes plus grandes que le complément de l'obliquité de l'écliptique, on ne peut en exécuter la construction géométrique par les

moyens déjà exposés, et alors on évalue par le calcul le temps de l'*ashre*.

Quant à l'établissement [ou position] de la tablette, il suffit de la placer parallèlement à l'horizon, parce que la ligne méridienne est ici indéterminée, attendu qu'à cette latitude le zénith est le pôle du monde, et que chaque cercle d'azimut peut être regardé comme le méridien, et chaque ligne droite tracée sur l'horizon comme la ligne méridienne.

TABLE.

HEURES	OMBRE DES HEURES. Doigts.	OMBRE DES HEURES. Minutes.
I..........	115	9
II..........	58	49
III..........	40	41
IV..........	32	30
V..........	28	38
VI..........	26	29

CHAPITRE IV.

CONSTRUCTION DES HEURES SUR UN PLAN PARALLÈLE AU MÉRIDIEN.

Ces heures sont connues généralement sous le nom d'heures du vertical sur la méridienne.

[PREMIER CAS.] Le lieu pour lequel se fait l'opération n'ayant pas de latitude.

Opérez pour le commencement du Capricorne et pour celui de l'Écrevisse, ou pour le commencement de tous les signes et celui des limites de leurs moitiés ou de leurs tiers, selon le degré de précision que vous voulez donner aux limites des heures, et déterminez l'ombre portée sur le plan du méridien à la fin de chacune des douze heures ou à la fin des demies ou des tiers d'heure, selon le degré de précision que vous voulez donner aux parallèles, [et faites ces déterminations] par le calcul ou par la géométrie, mais le calcul est préférable, comme nous l'avons dit dans le chapitre précédent, et ordonnez toutes ces choses dans une table.

Ensuite prenez une tablette de bois, de marbre ou de cuivre, dont les faces soient planes, parallèles et à angles droits, et soit la face destinée à la construction [le rectangle] ABCD, dont la longueur est AC et la largeur AB. Fig. 91.

Après cela, déterminez le plus long gnomon comme nous l'avons expliqué.

Divisez la ligne AB en deux parties égales au point E; ce point sera le centre du gnomon, et vous nommerez la ligne AB, l'horizontale.

Du point E comme centre, avec un rayon EA, décrivez la demi-circonférence AB; partagez-la en deux parties égales au point G, et que ABCD soit la face occidentale, le point A sera le vrai point sud, et le point B le vrai point nord.

Ensuite prenez dans la table l'azimut de la sixième heure, savoir, 24ᵖ 20′, et sur le demi-cercle AB l'arc GH de la même quantité, et menez par les deux points E, H une droite occulte prolongée jusqu'à l'extrémité inférieure de ABCD au point C que vous marquerez; ensuite prenez une règle égale en longueur à l'occulte EC ou plus longue, et, si elle est plus longue, prenez sur le bord une ligne égale à EC et divisez-la en 50 parties égales,

lequel nombre 50 est celui des doigts de l'ombre de la sixième heure, la fraction étant prise pour unité; si la règle est égale à la ligne EC, divisez sa longueur totale en 50 parties et prenez-en 12 pour la longueur du plus long gnomon

Après cela, tracez les limites des heures de la manière suivante :

Prenez dans la table l'ombre du commencement de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse, savoir, 5 doigts un quart, puis, avec le compas, un égal nombre des parties de l'échelle; et posant l'une des pointes en E, faites avec l'autre sur l'horizontale et vers le point sud une marque qui sera celle de la fin de la douzième heure du jour du commencement de l'Écrevisse : nous la marquons sur l'horizontale, parce que l'azimut de son ombre est de 90°, et vers le midi, parce que l'azimut de l'ombre est méridional.

Après cela, prenez avec le compas sur l'arc AG l'arc GT égal à l'azimut de la seconde heure du jour du commencement de l'Écrevisse, savoir, 59° 22'; prenant ainsi cet azimut du côté du point sud, parce qu'il est méridional, menez par les deux points E, T une droite occulte ; ensuite prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre de la seconde heure dudit jour, savoir 6^d 18', et, posant l'une des pointes en E, faites avec l'autre pointe sur la ligne occulte qui passe par le point T une marque qui sera celle du commencement de la douzième heure dudit jour.

Faites de même pour les limites des autres heures du même jour, et pour celles des heures du jour du commencement du Capricorne, et pour telles limites d'heure des autres signes que vous voudrez, et menez entre ces marques des points de jonction comme il a été dit ci-dessus, afin de former les parallèles et les limites des heures.

Ensuite menez du point E une droite qui passe par le point G

et se termine à la limite de la huitième heure, et cette droite sera celle qui sépare le midi du nord dans le plan donné et aussi celle du parallèle du Bélier dans le lieu proposé; vous tracerez ensuite la ligne de l'ashre, ce qui ne présente aucune difficulté.

Écrivez ensuite sur les parallèles et sur les heures les dénominations qui leur conviennent.

Enfin faites le tracé de la même manière sur le côté oriental, et faites un gnomon pour chacun de ces deux côtés, ou bien un gnomon à charnière, afin qu'il puisse tourner du côté oriental au côté occidental et réciproquement, sans incliner nullement vers le sud ou vers le nord.

Quand vous voudrez le poser, vous avez deux moyens : le premier, de déterminer la ligne méridienne et de faire coïncider exactement avec sa trace la ligne CD, de manière que la face ABCD soit tournée vers le couchant; et alors posez le plateau verticalement au moyen d'un perpendicule, en y apportant tout le soin possible, sans que la ligne CD s'écarte de la méridienne, et fixez le plateau par quelque construction.

Le second moyen est de dresser le plateau verticalement, de manière que le côté occidental soit entièrement du côté de l'occident, et quand vous serez à la fin de l'heure dans laquelle vous êtes, tournez le plateau à droite ou à gauche, sans qu'il cesse d'être perpendiculaire à l'horizon, de manière que l'ombre du gnomon tombe sur la limite de la fin de cette heure; et lorsque cela aura lieu, fixez le plateau dans cette position, et vous reconnaîtrez qu'il est bien posé, si la ligne HG est exactement perpendiculaire à l'horizon.

TABLE.

COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.						COMMENCEMENT DU CAPRICORNE.					
HEURES.	OMBRE.		AZIMUT.		RÉGION.	HEURES.	OMBRE.		AZIMUT.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
I.....	5	15	90	00	A.	I.....	5	15	90	00	B.
II....	6	18	59	27	A.	II....	6	18	59	27	B.
III...	9	12	41	8	A.	III...	9	12	41	8	B.
IV...	14	6	31	41	A.	IV....	14	6	31	41	B.
V....	23	18	26	45	A.	V....	23	18	26	45	B.
VI....	49	6	24	20	A.	VI....	49	6	24	20	B.
Ashre.	11	40	34	59	A.	Ashre..	11	40	34	59	B.

[Le manuscrit indique les régions comme boréales.]

AUTRE MANIÈRE DE TRACER LES HEURES AU MOYEN DE LA DISTANCE ET DE L'OMBRE EMPLOYÉE.

Cette méthode est plus généralement connue que la précédente, qui n'est que rarement appliquée.

Pour cela, déterminez les distances et les ombres employées pour les limites des heures dont vous avez déterminé les ombres et leurs azimuts sur le plan du méridien. Cette détermination peut se faire ou par le calcul ou géométriquement, mais le calcul est préférable, comme nous l'avons déjà dit.

Ensuite déterminez le centre du plus long gnomon comme il a été dit, et ce plus long gnomon même, de la manière suivante :

Fig 92. Prenez dans la table la plus longue distance qui y soit portée,

savoir celle de la sixième heure, qui est de 20^d 16′; complétez 21 doigts, et divisez la ligne EA en ce même nombre de parties.

Prenez de même dans la table l'ombre employée la plus longue, savoir celle de la sixième heure, qui est de 44^d 53′, et si AD est de 45 parties ou plus de la ligne AE, le plus long gnomon sera de 12 de ces parties; mais si AD est moindre, divisez-la en 45 parties, et prenez-en 12 pour le plus long gnomon.

Le gnomon étant connu, faites une échelle comme il a été dit, et prenez ensuite dans la table la distance de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse, savoir 5^d 15′, et avec le compas un égal nombre des parties de l'échelle, et posant l'une des pointes au centre du gnomon, savoir en E, faites avec l'autre pointe une marque sur l'horizontale vers le midi; cette marque sera celle de la fin de la douzième heure du jour du commencement de l'Écrevisse.

Nous faisons cette marque sur l'horizontale, parce qu'il n'y a pas d'ombre employée, et vers le midi, parce que la distance est méridionale.

Prenez de même avec le compas les parties de l'échelle correspondant à la distance de la seconde heure dudit jour, savoir 5^d 26′; posez l'une des pointes sur le centre du gnomon, et faites avec l'autre sur l'horizontale et vers le midi, parce que la distance est méridionale, une marque par laquelle vous mènerez une ligne occulte, perpendiculaire à l'horizontale, et, prenant avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre employée pour la seconde heure dudit jour, savoir 13^d 13′, posez l'une des pointes sur l'horizontale à l'origine de la ligne occulte, et avec l'autre pointe faites sur cette ligne occulte une marque qui sera celle de la fin de la onzième heure du jour proposé.

Marquez de la même manière les limites des autres heures, et joignez toutes ces marques comme il a été dit précédemment.

Le reste de la construction est manifeste.

TABLE

COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE						COMMENCEMENT DU CAPRICORNE					
HEURES.	OMBRE employée.		DISTANCE.		RÉGION.	HEURES	OMBRE employée.		DISTANCE		RÉGION
	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	
I.....	00	00	5	15	A	I.....	00	00	5	15	B
II....	3	13	5	26	A.	II....	3	13	5	26	B.
III ...	6	55	6	3	A	III ...	6	55	6	3	B.
IV....	12	00	7	25	A.	IV....	12	00	7	25	B.
V....	20	43	10	30	A.	V....	20	43	10	30	B
VI....	44	53	20	16	A.	VI ...	44	53	20	16	B
Ashre..	9	34	6	42	A.	Ashre..	9	34	6	42	B.

[SECOND CAS.] Le lieu donné ayant une latitude, et cette latitude étant plus petite que le complément de l'obliquité de l'écliptique, et supposée dans cet exemple de 30° nord.

Fig 93. Si vous voulez tracer les limites des heures dans le lieu donné par l'ombre portée sur le plan du méridien et son azimut, déterminez cette ombre portée et son azimut pour les heures du commencement de l'Écrevisse et pour le commencement du Capricorne, ou, pour plus de précision, pour le commencement de tous les signes. Ordonnez toutes ces choses dans une table, et prenez une tablette telle qu'on l'a décrite, dont la face occidentale soit ABCD, la longueur AB et la largeur AD.

Après cela, déterminez le centre du plus long gnomon de la manière suivante :

Multipliez l'ombre de la sixième heure du jour du commencement du Capricorne, savoir $58^d\ 57'$ par le sinus de son azimut $48^d\ 35'$; divisez le produit par 60, le quotient sera le sinus verse

du parallèle de l'ombre du commencement du Capricorne, savoir $47^p 39'$, et [déterminez de même] le sinus verse du parallèle d'ombre de l'Écrevisse, savoir de l'ombre de la première heure du jour de l'Écrevisse dans le plan du méridien, laquelle est de $6^d\ 15'$.

Divisez ensuite la ligne AB en un nombre de parties égal au nombre des parties du sinus verse du parallèle du Capricorne, parce que c'est le sinus verse le plus long.

Et s'il est difficile de diviser la ligne AB en parties semblables à celle du sinus verse du parallèle d'ombre du Capricorne, ou parce qu'il contient une fraction, ou parce que le nombre de ses parties n'est pas composé [ou multiple], divisez la ligne AB comme le nombre composé le plus approché *en plus* du nombre des parties du sinus verse.

Alors prenez avec le compas les parties de la ligne AB correspondant à celles du sinus verse du parallèle du commencement du Capricorue ; posez l'une des pointes en A, et décrivez avec l'autre pointe un arc occulte ; ensuite prenez de même avec le compas les parties de AB correspondant au sinus verse du parallèle de l'Écrevisse ; posez l'une des pointes en B, décrivez avec l'autre pointe uu arc occulte qui coupe le premier, puis joignez par deux lignes occultes le point d'intersection [X] à chacun des deux points A et B ; divisez l'angle formé par ces deux lignes occultes en deux parties égales par une autre ligue occulte, et prolongez cette ligne occulte de division jusqu'à la ligne AB : le point [M] où elle la rencontrera sera le centre du plus long gnomon.

Déterminez ensuite ce plus long gnomon de la manière suivante :

Décrivez autour du centre de ce plus long guomon le demi-cercle EF ; partagez-le en deux parties égales au point G, et prenez sur l'arc GE l'arc GH, égal à l'azimut de la sixième heure du jour du commencement du Capricorne.

Nous prenons cet arc vers le point nord, parce que l'azimut est septentrional.

Menez par le centre du plus long gnomon et par le point H une droite occulte, terminée au bord du plateau, et marquez son extrémité en R.

Divisez cette ligne occulte en autant de parties ou un peu plus que celles de l'ombre de la sixième heure du jour du commencement du Capricorne, et la longueur du plus long gnomon sera de 12 parties de cette ligne.

Après cela, construisez une échelle et ensuite les heures comme il a été dit.

Et si vous voulez avoir le parallèle du Bélier, retranchez de l'arc GE l'arc GI, égal à la latitude du lieu donné qui est de 30°, et menez par le centre du gnomon et par le point I une droite prolongée jusqu'à la limite de la sixième heure, cette droite sera le parallèle du Bélier.

Nous retranchons la latitude du cadran septentrional GE, parce que la latitude du lieu donné est septentrionale.

TABLE.

COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.						COMMENCEMENT DU CAPRICORNE.					
HEURES.	OMBRE		AZIMUT.		RÉGION.	HEURES.	OMBRE.		AZIMUT.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
I	6	15	90	00	A.	I.	6	15	90	00	B.
II....	5	18	53	32	A.	II....	8	31	73	40	B.
III ...	7	8	21	30	A	III....	12	5	64	21	B.
IV ...	11	24	5	37	A	IV....	17	44	58	54	B.
V	19	30	1	23	B.*	V	28	25	55	44	B.
VI ...	42	00	5	29	B.*	VI....	58	59	54	5	B.
Ashre..	10	55	6	47	A.	Ashre..	15	31	60	23	B

* Manuscr., A.

TRACER LES MÊMES HEURES PAR LA DISTANCE ET L'OMBRE EMPLOYÉE.

Déterminez les distances et les ombres employées dont vous avez besoin, et ordonnez-les dans une table. Fig. 94.

Après cela, déterminez le centre du plus long gnomon comme il suit :

Divisez la ligne AB comme les parties de la plus grande distance qui est celle de la sixième heure du jour du commencement du Capricorne, et s'il est difficile de diviser ainsi la ligne AB, parce que la distance comprend une fraction, ou parce qu'elle est exprimée par un nombre non composé, divisez AB comme le nombre des unités du nombre composé le plus approché *en plus*, et prenant avec le compas les parties de AB correspondant à la distance de la sixième heure du jour du commencement du Capricorne, posez l'une des pointes en A, et avec l'autre pointe décrivez un arc occulte ; ensuite prenez de même avec le compas les parties de AB correspondant à la distance de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse, et, posant l'une des pointes en B, décrivez avec l'autre pointe un arc occulte qui coupe le premier ; joignez ce point d'intersection des deux arcs occultes aux deux extrémités de AB, divisez l'angle formé en deux parties égales, le point où la ligne de division de l'angle rencontrera la ligne AB sera le lieu du centre du plus long gnomon.

Enfin déterminez ce plus long gnomon comme vous l'avez fait en construisant les heures par la distance et l'ombre employée dans un lieu qui n'a pas de latitude.

Le reste de la construction est manifeste.

TABLE.

COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.						COMMENCEMENT DU CAPRICORNE					
HEURES	OMBRE employée.		DISTANCE.		RÉGION.	HEURES.	OMBRE employée.		DISTANCE		RÉGIONS.
	Doigts.	Minutes.	Doigts	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	
I....	00	00	6	15	A.	I....	00	00	6	15	B.
II....	3	8	4	14	A.	II....	2	23	8	10	B
III...	6	37	2	37	A.	III...	5	13	10	13	B
IV....	11	18	1	6	A.	IV....	9	9	15	10	B
V....	19	30	0	41	B.	V....	15	56	23	28	B
VI....	41	38	3	57	B.	VI...	34	30	47	34	B.
Ashre	11	3	1	14	A.*	Ashre	7	39	13	29	B.

* Manuscr., B.

Ashre du commencement du Bélier. Ombre, 3 d. 9 minutes; distance, 4 d. 39 minutes B.

[TROISIÈME CAS.] La latitude du lieu donné étant égale au complément de l'obliquité de l'écliptique.

Fig. 95. On ne peut pour cette latitude construire complétement les heures dont il s'agit de la manière que nous avons donnée dans le chapitre précédent [le IIIe], et la chose étant ainsi, prenez le degré au jour duquel l'ombre du gnomon est la plus longue qu'on puisse construire, et déterminez les limites de ses heures, soit par la distance et l'ombre employée, soit par l'ombre et son azimut, ou bien par la distance et l'ombre, ou par la distance et l'azimut de l'ombre, ou enfin par l'ombre employée et l'ombre [proprement dite], ou par l'ombre employée et l'azimut de l'ombre.

Déterminez ensuite de la même manière les limites des heures du jour du solstice le plus voisin du pôle visible et de tel degré que

vous voudrez compris entre ces deux parallèles ; ensuite joignez les points de limite des heures comme il a été dit.

A cette latitude, la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse ne peut nullement tomber sur la tablette, à la différence des lieux qui n'ont pas de latitude ou qui en ont une plus petite que le complément de l'obliquité de l'écliptique, parce que le soleil est au commencement de la première heure de ce jour sur la commune section du parallèle [céleste] du commencement de l'Écrevisse avec l'horizon, et que cette commune section est sur le méridien ; or, quand le soleil est sur le méridien, l'extrémité de l'ombre du gnomon ne porte nullement sur la tablette, ainsi le parallèle du commencement de l'Écrevisse ne doit pas sur la figure être contigu à l'horizon.

On ne peut pas non plus figurer les parallèles méridionaux, à cause de la longueur de leurs distances qui les ferait sortir de la feuille ; mais ce que nous venons de dire suffit comme exemple.

TABLE POUR LE COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.

HEURES.	OMBRE.		AZIMUT.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
I.....	00	00	00	00	.
II....	23	17	28	14	A.
III ...	9	12	8	46	A.
IV....	5	15	12	6	A.
V. ...	9	12	3	56	B.
VI....	23	17	14	52	B.

[QUATRIÈME CAS.] La latitude du lieu étant plus grande que le complément de l'obliquité de l'écliptique et au-dessous de 90°.

Fig. 95. On ne peut tracer complétement toutes les heures, ainsi qu'il a été dit dans le chapitre précédent, à une telle latitude où il y a une portion de l'écliptique toujours visible, et il faut diviser en douze parties égales le temps pendant lequel le soleil reste dans cet arc, et tracer les parallèles des limites de ces divisions ; ces parallèles seront les limites des heures du plus long jour, savoir celui pendant lequel le soleil décrit l'arc toujours visible.

Vous tracerez ensuite le parallèle du solstice le plus voisin du pôle visible, comme pour les lieux dont la latitude est égale au complément de l'obliquité de l'écliptique. Le reste de l'opération est manifeste.

[CINQUIÈME CAS.] La latitude étant de 90°.

Fig. 96. A cette latitude où le parallèle du Bélier se confond avec l'horizon, et où la moitié de l'écliptique est toujours visible, il faut diviser en 12 parties égales le temps que le soleil met à parcourir les signes toujours visibles, et, traçant les parallèles des limites de ces divisions, on aura les limites des heures. Aucun des parallèles ne pourra être contigu à l'horizon.

De ces parallèles nous n'en avons tracé qu'un seul, qui est celui du commencement de l'Écrevisse, pour vous faire connaître, en vous le montrant, quelle doit être la forme des autres ; et lorsque vous aurez joint les extrémités des ombres aux extrémités de leurs distances, comme vous le voyez sur la figure, les signes de jonction seront les limites des heures égales.

Le tracé des heures égales au lieu des heures de temps, pour toutes les latitudes dont on a traité dans ce chapitre, ne présente de même aucune difficulté.

TABLE DES OMBRES ET DES DISTANCES

POUR LE COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE, A 90 DEGRÉS DE LATITUDE.

HEURES.	OMBRE		DISTANCE.	
	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.
I.....	49	10	44	48
II....	23	17	20	47
III...	14	7	12	00
IV....	9	12	6	56
V....	6	15	3	13
VI....	5	15	00	00

CHAPITRE V.

CONSTRUCTION DES HEURES SUR UN PLAN PARALLÈLE AU PREMIER VERTICAL.

[PREMIER CAS.] Lorsque la latitude est nulle.

Si le lieu pour lequel se fait la construction n'a pas de latitude, le parallèle du Bélier ne peut tomber sur le plan, ce qui est évident ; mais le parallèle qui est éloigné de celui-ci d'un degré y tombe nécessairement, si ce n'est qu'il s'en faut peu, à cause de la longueur de l'ombre du gnomon, qu'on ne puisse en marquer l'extrémité : c'est pourquoi l'on a coutume en cette circonstance

de placer dans ce plan auprès du parallèle équinoxial le parallèle de la moitié du Bélier vers le nord, et le parallèle de la moitié de la Balance vers le midi, et c'est ainsi que nous le ferons dans cet exemple.

Fig. 97. Cela étant, prenez une tablette telle que celle que nous avons décrite précédemment, et sur l'une de ses faces le rectangle ABCD, dont la longueur AC et la largeur AB soient égales entre elles.

Divisez AC en deux parties égales au point E; ce point sera le centre du gnomon, et AC l'horizontale.

Menez par le point E la droite EG perpendiculaire à AC, et divisez EG en parties correspondant à celles de l'ombre horizontale de la déclinaison de la moitié du Bélier, savoir $115^{d}\ 9'$; vous prendrez douze de ces parties pour la longueur du plus long gnomon.

Construisez ensuite une échelle comme de coutume, et prenez avec le compas les parties correspondant à l'ombre horizontale de la déclinaison de la moitié du Bélier; posez l'une des pointes en E et l'autre sur la ligne EA, en quelque point que ce soit; puis du point E comme centre [avec le même rayon] décrivez un demi-cercle appuyé sur l'horizontale par ses deux extrémités, ce sera le parallèle de la moitié du Bélier.

Décrivez de même le parallèle du commencement de l'Écrevisse et tel autre parallèle que vous voudrez entre celui de la moitié du Bélier et celui du commencement de l'Écrevisse, mais ces deux-ci seulement peuvent suffire.

Après cela, divisez le parallèle de la moitié du Bélier en douze parties égales, et, posant le bord d'une règle sur l'extrémité de chaque division et sur le centre E, menez des droites comprises entre le parallèle de l'Écrevisse et celui du commencement du Bélier; par là, ces deux parallèles seront divisés en douze parties égales, lesquelles seront les heures demandées.

Pour tracer la ligne de l'ashre, déterminez l'arc de révolution depuis le zhore [du commencement] de l'Écrevisse jusqu'à son ashre pour un lieu qui n'a pas de latitude, et l'arc de révolution depuis le zhore de la moitié du Bélier jusqu'à son ashre, et faites la même chose pour les autres degrés dont vous aurez tracé les parallèles.

Ensuite prenez sur la moitié orientale du parallèle du commencement de l'Écrevisse la partie correspondant à l'arc de révolution, de son zhore à son ashre, et faites une marque au point où elle se terminera; prenez de même sur la moitié orientale du parallèle de la moitié du Bélier, comme l'arc de révolution de son zhore à son ashre, et marquez le point de limite; faites de même pour les autres parallèles, et joignez tous les points de limite.

Pour tracer exactement la ligne de l'ashre, il faut avoir mené plusieurs parallèles, afin de marquer sur chacun d'eux le point qui répond à son ashre; enfin indiquez chaque ligne comme vous le voyez dans la figure, et tracez la partie méridionale comme vous venez de faire celle du nord.

Note de l'auteur. — Le demi-diamètre du parallèle de la moitié du Bélier est de $115^p\, 9'$, et le demi-diamètre du parallèle du commencement de l'Écrevisse est de $27^p\, 29'$.

[second cas.] Le lieu donné ayant une latitude moindre que le complément de l'obliquité de l'Écliptique.

Soit la latitude de 30° nord.

Si vous voulez construire les heures pour cette latitude par l'ombre portée sur le plan du premier vertical et son azimut, déterminez l'ombre et son azimut pour les heures du jour du commencement du Capricorne et du commencement de l'Écrevisse et de tout autre parallèle que vous voudrez, et ordonnez le tout dans une table.

Ensuite prenez une tablette telle que nous l'avons décrite, et Fig. 98.

sur une de ses faces le rectangle ABCD dont la longueur est AC et la largeur AB, et, regardant cette face comme la méridionale, divisez AC en deux parties égales au point E, lequel point sera le centre du gnomon et la ligne AC l'horizontale.

Mais on ne peut pas déterminer la longueur du plus long gnomon qui doive être fixé sur le plan ABCD, parce que cela exigerait que l'on trouvât un point de la circonférence de l'écliptique dont l'azimut de la première heure fût plus petit que tout azimut donné, ce qui est impossible; et puisqu'il est impossible de trouver le plus long gnomon pour la figure, supposez ce gnomon d'une quantité convenable, et construisez l'échelle comme on l'a expliqué.

Ensuite prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre du commencement de la première heure du jour du commencement du Capricorne, et, posant l'une des pointes en E, faites avec l'autre pointe une marque sur la ligne EC et une autre sur la ligne EA; la première marque sera celle du commencement de la première heure du jour du commencement du Capricorne, et la seconde sera celle de la fin de la douzième heure du même jour; faisant ces deux marques sur l'horizontale, parce que l'azimut de l'une et de l'autre heure est de 90°.

Décrivez alors du point E comme centre le demi-cercle KMN; divisez-le en deux parties égales au point M, et que le cadran MK soit l'oriental, et le cadran MN l'occidental.

Ensuite prenez dans la table l'azimut du commencement de la seconde heure dudit jour, savoir 78° 44' au midi, et sur les arcs MN et MK les quantités MS et ML, égales à cet azimut; puis menez par le centre E deux lignes occultes dont l'une passe par le point S et l'autre par le point L; celle qui passe par le point S sera l'azimut du commencement de la seconde heure, et celle qui passe par le point L sera l'azimut du commencement de la douzième heure dudit jour proposé.

Après cela, prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre du commencement de la seconde heure du même jour, savoir $17^d\ 59'$, et, posant l'une des pointes sur le centre du gnomon, faites avec l'autre pointe une marque sur la ligne du commencement de la seconde heure, et une autre sur la ligne du commencement de la douzième heure, et, en quelque lieu que soient ces marques, la première sera celle du commencement de la seconde heure, et la seconde celle du commencement de la douzième heure.

Marquez de même les limites des autres heures du même jour, et ensuite celles des heures du jour du commencement de l'Écrevisse, qui tombent sur la même face de la tablette, savoir celle du commencement des cinquième, sixième, septième, huitième et neuvième heures.

Après cela, prenez sur la ligne EM [une quantité correspondant à] l'ombre du commencement de la septième heure du jour du commencement du Bélier, savoir $20^d\ 47'$, et menez par le point de limite une droite parallèle à l'horizontale et terminée par ses extrémités aux deux bords de la tablette ; cette ligne sera le parallèle du Bélier, et vous y marquerez les limites des heures du jour du commencement du Bélier.

Joignez ensuite les limites d'heure comme vous avez coutume de le faire, en observant que, si la limite de chaque heure se trouve dans une même face de la tablette sur le parallèle du Capricorne et sur celui de l'Écrevisse, vous devez joindre ces deux limites, sans que la ligne de jonction les dépasse comme celle du commencement de la cinquième heure ; et que, s'il n'en est pas ainsi, comme pour le commencement de la seconde heure, et que vous ne trouviez de limites sur cette face que celles qui sont sur le parallèle du Capricorne et sur celui du Bélier, joignez celles de ces limites qui sont sur ces deux parallèles, et prolongez la ligne de jonction selon sa direction jusqu'au bord de la tablette.

Tracez ensuite ce qui tombe sur la face septentrionale de la même manière, sinon qu'il faut construire plusieurs parallèles pour avoir les limites des heures, et qu'il faut surtout déterminer très-exactement les parallèles principaux, tels que celui de l'Écrevisse; car, à cause de sa longueur, la partie comprise entre les limites de ses heures étant très-étendue, elle s'éloignerait de sa position d'une quantité sensible; de cette manière on aura très-exactement les limites des heures, et il serait même nécessaire de calculer le parallèle du commencement de l'Écrevisse de quart d'heure en quart d'heure. Nous ajouterons qu'ordinairement on ne construit que la face méridionale, et qu'on laisse la face septentrionale, à cause de la difficulté de son exécution.

TABLE.

COMMENCEMENT DE CAPRICORNE						COMMENCEMENT DU BÉLIER						COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE					
HEURES	Ombre		Azimut de l'ombre.		RÉGION.	HEURES	Ombre.		Azimut de l'ombre.		RÉGION.	HEURES.	Ombre		Azimut de l'ombre		RÉGION
	Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
I ...	23	4	90	00	A	I....	00	00	00	00	00	I....	23	4	90	00	B.
II...	17	59	78	44	A.	II...	91	59	76	56	A	II...	35	6	75	21	B.
III ..	14	25	66	34	A.	III...	46	27	63	26	A	III...	62	42	61	6	B.
IV ..	11	56	52	39	A.	IV...	31	48	49	7	A.	IV...	150	41	46	38	B
V ...	10	14	36	56	A	V ...	24	18	33	42	A.	V ...	400	25	31	35	A
VI...	9	13	19	53	A	VI...	21	46	17	14	A.	VI...	131	52	16	2	A.
VII..	8	51	00	00	00	VII..	20	47	00	00	00	VII..	106	42	00	00	00
Ashre.	12	40	57	23	A	Ashre	36	56	55	45	A.	Ashre.	117	46	47	54	B.

OBSERVATION — Les azimuts sont ici comptés à partir du point sud, et ce serait peut-être le lieu de faire observer que le mot arabe qui signifie *nord* signifie aussi la *gauche*, suite naturelle de ce que les quatre points cardinaux se déterminent ordinairement à partir de l'orient. S

Si vous voulez faire la construction des mêmes heures d'après la distance et l'ombre employée, déterminez les distances des heures et leurs ombres dans le plan du premier vertical, et ordonnez le tout dans une table, puis marquez les limites des heures comme il précède. Fig. 99.

Pour le tracé de la face septentrionale, il faut construire plusieurs parallèles, afin de pouvoir obtenir les limites des heures.

Il est également facile de les construire par la distance et l'ombre employée, ou par l'ombre et la distance, ou par l'azimut et l'ombre employée, ou enfin par l'azimut et la distance.

Nous donnons ici la figure de la face septentrionale déterminée par la distance et l'ombre employée.

TABLE.

COMMENCEMENT DU CAPRICORNE						COMMENCEMENT DES GÉMEAUX *.						COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE					
HEURES.	Distance.		Ombre employée		RÉGION.	HEURES.	Distance.		Ombre employée		RÉGION.	HEURES.	Distance.		Ombre employée		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	
I....	23	4	00	00	A.	I....	27	30	00	00	B.	I....	23	4	0	00	B.
II...	17	38	3	30	A.	II...	42	57	11	5	B.	II...	33	57	8	31	B.
III...	13	13	5	45	A.	III...	62	56	45	9	B.	III...	54	18	30	19	B.
IV ..	9	30	7	15	A.	IV...	1580	33	1424	44	B.	IV...	131	26	124	6	B.
V ...	6	8	8	10	A.	V ...	71	28	114	55	A.	V ...	210	15	341	56	A.
VI...	3	2	8	40	A.	VI...	22	13	76	50	A.	VI...	36	30	226	50	A.
VII..	00	00	8	51	A.	VII. .	00	00	69	57	A.	VII. .	00	00	106	42	A.
Ashre.	10	41	6	50	A.	Ashre.	361	45	309	• 11	A.	Ashre.	117	8	107	27	A.

* Manuscr., du *Bélier*, faute essentielle du copiste; car le soleil ne passe pas au nord du zénith à 30° de latitude septentrionale lorsqu'il décrit l'équateur, et d'ailleurs la table est construite pour les Gémeaux, comme nous le marquons. S.

[TROISIÈME CAS.] La latitude du lieu étant égale au complément de l'obliquité de l'écliptique.

A cette latitude, les limites de toutes les heures qui tombent sur la face méridionale [qui regarde] le pôle caché se joignent au centre du gnomon, parce qu'il arrive nécessairement que le soleil décrit un parallèle caché tangent à l'horizon : or, ce parallèle tangent à l'horizon le touche au point de la commune section de l'horizon et du méridien, et lorsque le soleil arrive en ce point, c'est alors que commence son apparition sur l'horizon, mais il n'a pas encore de hauteur, parce qu'il est sur l'horizon même; ainsi le gnomon ne porte point d'ombre, parce que le soleil est au zénith de ce gnomon, attendu qu'il est au point d'intersection susdit, et que ce point est au zénith du gnomon.

Conséquemment, c'est ici le parallèle de l'Écrevisse qui est tangent à la ligne horizontale au point qui répond au centre du gnomon, du moins si la latitude est septentrionale, car si elle est méridionale, ce sera le parallèle du Capricorne qui touchera l'horizontale au centre du gnomon et sur la face qui regarde le pôle caché. Nous donnons, fig. 100, le tracé des heures sur la face qui regarde ce pôle caché [et le parallèle de l'Écrevisse est sur la face septentrionale, fig. 101].

Nous n'en dirons pas davantage sur ce sujet.

TABLE.

COMMENCEMENT DU BÉLIER.			COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.				
Heures.	Distance.		Heures.	Ombre.		Distance.	
	Doigts.	Minutes.		Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.
I.........	00	00	I..........	00	00	00	00
II.........	48	44	II..........	6	14	6	12
III........	22	43	III..........	16	51	16	26
IV........	13	6	IV..........	73	42	68	24
V..........	7	34	V..........	44	38	36	39
VI........	3	30	VI..........	16	49	9	41
VII.......	00	00	VII........	12	57	00	00

[QUATRIÈME CAS.] La latitude du lieu étant plus grande que le complément de l'obliquité de l'écliptique et plus petite que 90 degrés.

A cette latitude, le parallèle de l'Écrevisse ne rencontre jamais l'horizon, du moins si la latitude est septentrionale, car si elle est méridionale, c'est le parallèle du Capricorne qui est dans ce cas; au contraire, [l'un ou l'autre de ces parallèles] est au-dessous de l'horizon, et les limites des heures sur la face qui regarde le pôle caché sont toutes jointes au centre du gnomon; leur construction ne présente aucune difficulté.

[CINQUIÈME CAS.] La latitude du lieu étant de 90 degrés.

A cette latitude, les heures tracées sur le plan proposé sont les mêmes que celles qui seraient tracées sur le plan du méridien, parce que le méridien se confond avec chacun des grands cercles perpendiculaires à l'horizon, attendu que le pôle du monde et le

zénith à cette latitude sont un seul et même point. Nous avons expliqué précédemment comment on construit les heures sur le plan du méridien.

CHAPITRE VI.

CONSTRUCTION DES HEURES SUR UN PLAN PARALLÈLE A UN VERTICAL QUELCONQUE AUTRE QUE LE MÉRIDIEN ET LE PREMIER VERTICAL.

Ces heures sont connues du public sous le nom d'heures du [vertical] déclinant, parce que leur plan décline relativement au méridien, et comme le nombre de ces plans est indéfini, nous supposons dans cet exemple que le plan de construction décline de 45° vers l'orient.

[PREMIER CAS.] Le lieu donné n'ayant pas de latitude.

Si vous voulez construire ces heures sur le plan proposé, par l'ombre portée sur ce plan et son azimut, déterminez les ombres portées sur ledit plan et leurs azimuts de la manière indiquée précédemment, et ordonnez le tout dans une table disposée convenablement et comme on a coutume de le faire.

Fig. 102. Après cela, prenez une tablette préparée comme on l'a dit ci-dessus, et marquez-y les limites des heures.

Observez que la figure que nous donnons est pour la face occidentale [de la tablette], et qu'à l'égard de la face orientale, la construction [du parallèle] du commencement de l'Écrevisse s'y fait comme celle du commencement du Capricorne sur l'autre face, et de même celle du commencement du Capricorne comme celle du commencement de l'Écrevisse aussi sur l'autre face.

Observez également que le parallèle du Capricorne et celui de l'Écrevisse dans le lieu proposé, ainsi que dans tout lieu dont la latitude est moindre ou de même quantité que l'obliquité de l'écliptique, ne peuvent jamais rencontrer la ligne de midi vrai sur une seule et même face de la tablette déclinante, et qu'il en est de même de tous parallèles pris deux à deux, dont l'un rencontre le méridien au nord du zénith et dont l'autre rencontre le méridien au midi du zénith.

TABLE.

COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.						COMMENCEMENT DU CAPRICORNE.					
HEURES.	OMBRE.		AZIMUT de l'ombre.		RÉGION.	HEURES.	OMBRE.		AZIMUT de l'ombre.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
Fin du jour.	30	35	90	00	A.	Fin du jour.	4	42	90	00	A.
XII.......	32	55	75	21	A.	XII..... .	5	31	55	21	A.
XI........	41	26	61	31	A.	XI........	7	37	31	14	A
X........	67	29	48	49	A.	X........	10	52	15	11	A.
IX........	294	35	37	25	A.	IX........	15	13	3	27	A.
VIII......	83	27	26	56	..	VIII......	23	19	7	32	B.
VII.......	40	41	17	11	..	VII.......	40	41	17	11	B.
Asbre.....	52	16	54	8	A.	Asbre.....	9	20	21	24	A
Asbre du Bélier.	12	00	90	00	A.	Asbre du Bélier.	20	46	35	14	A.

Pour construire les mêmes heures par la distance et l'ombre employée, déterminez les distances et les ombres employées pour les limites d'heure qui tombent sur la tablette, et faites la construction de la manière déjà indiquée.

[DEUXIÈME CAS.] Le lieu donné ayant une latitude moindre que le complément de l'obliquité de l'écliptique, et cette latitude étant supposée de 30 degrés nord.

La construction des heures à cette latitude est manifeste, soit qu'on l'exécute au moyen de la distance et de l'ombre employée, ou bien par l'ombre et son azimut.

Les tables suivantes donnent la distance et l'ombre employée, ainsi que l'ombre et son azimut, pour le commencement du Capricorne et le commencement de l'Écrevisse à la latitude proposée,
Fig. 113. et la figure des heures a été faite d'après la distance et l'ombre employée.

TABLE.

PARALLÈLE DU COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.						PARALLÈLE DU COMMENCEMENT DU CAPRICORNE.					
Heures.	Ombre employée.		Distance.		RÉGION.	Heures.	Ombre employée.		Distance.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	
VII.......	107	52	12	00	B.	VII.......	12	31	12	00	B.
VIII......	44	20	6	4	A.	VIII......	9	48	7	11	B.
IX........	25	56	10	42	A.	IX........	7	39	3	53	B.
X.........	17	39	14	26	A.	X......	5	43	1	24	B.
XI........	11	58	18	43	A.	XI........	3	52	00	25	A.
XII.......	6	53	23	8	A.	XII.......	2	00	2 [c]	17	A.
Fin du jour.	00	00	38	4	A.	Fin du jour.	00	00	3 [d]	47	A.
Ashre.....	17	20	14	44	A.	Ashre.....	5	4	00	42	B.
Fin du jour du Bélier [a].....	00	00	12	00	A.	Midi vrai du Bélier [b].......	29	23	12	00	B.
						Ashre du Bélier.	8	18	5	18	A.

[a] Manuscr., Ashre du Bélier.
[b] Manuscr., Fin du jour du Bélier.
[c] Manuscr., 12.
[d] Manuscr., 53.

TABLE.

COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.						COMMENCEMENT DU CAPRICORNE.					
HEURES.	OMBRE.		AZIMUT de l'ombre.		RÉGION.	HEURES.	OMBRE.		AZIMUT de l'ombre.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
VII	111	23	4	40	B.	VII.......	17	20	43	46	B.
VIII......	44	47	7	45	A.	VIII	12	13	37	20	B.
IX	28	13	22	22	A.	IX...	8	35	26	59	B.
X........	22	48	39	14	A.	X.........	5	53	13	40	B.
XI........	22	14	57	21	A.	XI........	3	65	8	2	A.
XII.	26	2	74	44	A.	XII.	3	3	48	40	A.
Fin du jour	38	4	90	00	A.	Fin du jour.	3	47	90	00	A.
Ashre. ...	22	34	40	47	A.	Ashre.....	5	9	7	26	B.
Fin du jour du Belier *.....	12	00	90	00	A.	Midi vrai du Bélier......	31	43	22	11	B
						Ashre du Bélier.	9	51	32	27	A.

* Manuscr., Ashre.

[TROISIÈME CAS.] Le lieu donné ayant une latitude égale au complément de l'obliquité de l'écliptique.

A cette latitude, les limites de toutes les heures qui tombent sur la face méridionale se joignent au point d'intersection de la ligne de midi vrai avec l'horizontale, et sur cette face le parallèle de l'Écrevisse ne rencontre pas l'horizontale, mais sur l'autre face il la touche au point d'intersection de l'horizontale avec la ligne de midi vrai. Cette construction ne présente aucune difficulté.

[QUATRIÈME CAS.] Le lieu donné ayant une latitude plus grande que l'obliquité de l'écliptique, et plus petite que 90°.

66.

A cette latitude, le parallèle de l'Écrevisse ne rencontre l'horizontale sur aucune des deux faces, et il en est de même des parallèles dont la déclinaison est plus grande que le complément de la latitude de lieu et de même dénomination ; quant au parallèle dont la déclinaison est égale au complément de la latitude de lieu et de même dénomination, s'il touche l'horizon du côté du nord, les limites des heures seront sur la face méridionale et se réuniront au point d'intersection de la ligne horizontale avec la ligne de midi vrai.

[CINQUIÈME CAS.] La latitude étant de 90°.

En ce cas, la construction des heures est la même sur le plan donné que sur le plan perpendiculaire à l'horizon dont on a parlé dans le chapitre IVe de ce IIIe livre.

CHAPITRE VII.

CONSTRUCTION DES HEURES SUR DES PLANS INCLINÉS PARALLÈLES A DES HORIZONS DONT LES PÔLES NE DÉCLINENT PAS DU MÉRIDIEN DU LIEU, LES GNOMONS ÉTANT PERPENDICULAIRES A CES PLANS.

Lorsqu'on se propose de faire cette construction, ou le plan incliné est parallèle à l'équateur ou il ne l'est pas : s'il est parallèle à l'équateur, ou le lieu pour lequel se fait la construction n'a pas de latitude ou il en a ; s'il n'a pas de latitude, le plan dont il s'agit ne peut être incliné, mais il est perpendiculaire à l'horizon et parallèle au premier vertical, et nous avons expliqué précédemment comment se tracent les heures sur un plan parallèle au

premier vertical dans un lieu qui n'a pas de latitude; si au contraire le lieu donné a une latitude, [il en résulte les constructions suivantes :]

[PREMIER CAS]. La latitude étant plus petite que le complément de l'obliquité de l'écliptique.

Soit la latitude de 30° nord.

Prenez une tablette comme de coutume, et sur l'une de ses faces le rectangle ABCD, dont la longueur AB et la largeur AC, et soit cette face celle qui doit regarder le nord. Fig. 104.

Pour déterminer le centre du plus long gnomon, divisez la ligne AB en deux parties égales au point E ; menez par ce point une ligne occulte perpendiculaire à la ligne AB et rencontrant CD au point G, et comme le parallèle du Bélier ne peut tomber dans ce plan, mais que les parallèles voisins de celui du Bélier peuvent y tomber, quoique l'extrémité de l'ombre puisse à peine y être contenue à cause de sa longueur, on a coutume, en ce cas, de placer sur la surface indiquée, auprès du parallèle équinoxial, le parallèle de la moitié du Bélier, et sur l'autre face le parallèle de la moitié de la Balance ; cependant, à cause de la petitesse de la tablette, [nous ne nous servons pas de ces deux parallèles], et dans cet exemple nous mettons auprès du parallèle équinoxial, sur la face donnée [nord], le parallèle du commencement du Taureau, et sur l'autre le parallèle du commencement du Scorpion.

Cela étant, prenez le demi-diamètre du parallèle du commencement du Taureau, lequel est égal à l'ombre horizontale de la hauteur égale à sa déclinaison; ajoutez-y l'ombre verticale de la latitude du lieu, la somme sera $65^d\,45'$; divisez la ligne EG en un même nombre de parties, et si cette division est trop difficile à cause de la fraction, transformez ce nombre en un nombre entier et sans fraction ; puis divisez la ligne EG comme ce nombre entier.

Après cela, marquez sur EG un point T, limite de 6^d 56′, valeur de l'ombre verticale de la latitude du lieu, en commençant à compter du point E; le point T sera le centre du gnomon, et la ligne AB, l'horizontale.

Prenez ensuite avec le compas les parties de la ligne EG correspondant au demi-diamètre du commencement du Taureau, savoir, 58^d 49′; et, posant l'une des pointes en T, décrivez avec l'autre un arc dont les limites soient sur l'horizontale, cet arc sera le parallèle du commencement du Taureau.

Prenez de même sur E G les parties correspondant au demi-diamètre de la moitié du Taureau, savoir : 40^d 41′; et, posant l'une des pointes en T, décrivez avec l'autre un arc appuyé comme le précédent sur l'horizontale; cet arc sera le parallèle de la moitié du Taureau. Décrivez par la même construction les parallèles du commencement et de la moitié des Gémeaux et du commencement de l'Écrevisse.

Divisez ensuite chaque parallèle tracé en douze parties égales, et menez un trait de jonction entre les points de division de chaque parallèle, et ceux des divisions correspondantes du parallèle voisin; les lignes formées par tous ces traits partiels de jonction seront les limites des heures; enfin tracez la ligne de l'ashre en suivant la méthode du chapitre v[e] de ce III[e] livre, c'est-à-dire par l'arc de révolution.

Occupez-vous ensuite à tracer la face méridionale.

Fig. 105. Pour cela, mettez sur ses limites les mêmes lettres que vous avez mises sur les limites de la face septentrionale; puis, déterminez le centre du plus long gnomon par la méthode précédente, et qu'il soit au point T′; prenez alors avec le compas les parties de la ligne EG correspondant à l'ombre verticale de la latitude du lieu, savoir 6^d 56′, et, posant l'une des pointes en T′, faites avec l'autre pointe, sur la ligne TG, une marque par laquelle vous mènerez parallèlement à la ligne AB une ligne

terminée aux deux bords de la tablette; cette ligne sera l'horizontale.

Prenez de même sur EG les parties correspondant au demi-diamètre du parallèle du commencement du Scorpion, savoir 58ᵈ 49′, et, posant une pointe en T′, décrivez avec l'autre un arc appuyé sur l'horizontale; cet arc sera le parallèle du commencement du Scorpion.

Procédez de la même manière au tracé des parallèles de la moitié du Scorpion, du commencement et de la moitié du Sagittaire et du commencement du Capricorne; et marquez les limites des heures et la ligne de l'ashre par la méthode précédente.

Enfin, écrivez sur les heures, sur la ligne de l'ashre, sur celle du midi vrai, sur les parallèles et sur l'horizontale les dénominations qui leur conviennent; puis faites deux gnomons en cuivre exécutés avec soin, et dont la partie saillante soit égale à douze des divisions de EG; et fixez solidement chacun d'eux sur leur centre et à angle droit.

AUTRE MANIÈRE DE DÉTERMINER LE CENTRE DU PLUS LONG GNOMON.

Tracez sur un plan une droite HT égale à la ligne EG; du point H, comme centre, avec un rayon HT, décrivez le quart de cercle TI; du point T comme centre, avec le même rayon, décrivez le quart de cercle HK; ensuite prenez sur le cadran TI l'arc TL, égal à la hauteur de la tête [le commencement] de Bélier dans le lieu donné, savoir 60°; menez LH; prenez sur l'arc HK la déclinaison du commencement du Taureau, savoir: HN; menez NT, cette ligne coupera LH en un point S, par lequel vous abaisserez sur HT la perpendiculaire SO; vous aurez par là SO pour la longueur du plus long gnomon, HO pour la distance de son centre au point E, et OT pour le demi-dia- Fig 106

mètre du commencement du Taureau, ce que nous voulions vous faire connaître.

TABLE.

PARTIES ET COMMENCEMENTS DES SIGNES.	DEMI-DIAMÈTRES	
	Doigts.	Minutes.
Moitiés du Bélier, de la Vierge, de la Balance et des Poissons...............	115	9
Commencements du Taureau, de la Vierge, du Scorpion et des Poissons......	58	49
Moitiés du Taureau, du Lion, du Scorpion et du Verseau.................	40	41
Commencements des Gémeaux, du Lion, du Sagittaire et du Verseau.........	32	30
Moitiés des Gémeaux, de l'Écrevisse, du Sagittaire et du Capricorne........	28	38
Commencements de l'Écrevisse et du Capricorne........................	27	22
Ombre verticale de la latitude du lieu................................	6	56

[SECOND CAS.] La latitude du lieu étant égale au complément de l'obliquité de l'écliptique.

A cette latitude le parallèle de l'Écrevisse touche l'horizon du côté septentrional; les limites des heures de temps dans la face méridionale se réunissent au point d'intersection de l'horizontale et de la ligne méridienne, et il n'y a pas de parallèle du Capricorne, parce qu'il est entièrement sous l'horizon; ainsi le tracé des
Fig. 107 et 108. heures ne présente aucune difficulté. Nous en donnons la figure, qui comprend les heures de temps et les heures égales qui sont marquées en rouge. [Nous les avons marquées par des lignes ponctuées.]

[TROISIÈME CAS.] La latitude du lieu étant plus grande que le complément de l'obliquité de l'écliptique, [et au-dessous de 90°].

A une telle latitude tous les parallèles situés au-dessus de l'horizon ne rencontrent pas l'horizon, si ce n'est le plus grand d'entre eux, car il touche l'horizon. Les parallèles opposés à ceux-ci ne peuvent se construire; et les limites des heures de temps qui tombent sur la face méridionale se joignent toutes au point d'intersection de la ligne du midi vrai et de l'horizontale.

[QUATRIÈME CAS.] La latitude étant de 90°.

En ce cas, les heures sont les mêmes que celles du *basithah* [cadran horizontal], dont nous avons exposé précédemment la construction, pour un lieu situé à 90° de latitude.

Le plan incliné n'étant pas parallèle à l'équateur, mais déclinant de ce grand cercle d'une quantité que nous supposons ici de 90° nord :

Lorsqu'il s'agira de construire les heures sur un plan déclinant de 90° de l'équateur, le lieu pour lequel se fera la construction n'aura pas de latitude ou il en aura; s'il n'a pas de latitude, le plan proposé sera celui de l'horizon, et nous avons enseigné la manière de tracer les heures sur le plan de l'horizon d'un lieu sans latitude.

Si le lieu pour lequel se fait la construction a une latitude, ou cette latitude est plus grande que le complément de l'obliquité de l'écliptique, ou elle n'est pas plus grande.

Si la latitude n'est pas plus grande que le complément de l'obliquité de l'écliptique, et que nous la supposions de 30° nord, le plan proposé, dont la distance à l'équateur est de 90°, sera incliné, relativement au zénith, de 60° vers le nord, et sera en même temps l'horizon d'un des lieux qui n'ont pas de latitude, parce qu'il passe par les deux pôles du monde.

Ainsi vous commencerez par déterminer l'ombre horizontale et son azimut dans un lieu sans latitude, parce que le plan pro-

posé est l'horizon d'un tel lieu, pour les fins d'heure du commencement du Capricorne et du commencement de l'Écrevisse dans le lieu pour lequel se fait la construction, et pour les fins [d'heure] de tel autre parallèle que vous voudrez; et après avoir, selon la coutume, ordonné le tout dans une table, vous déterminerez les limites des heures et des parallèles comme on l'a fait dans la construction du *basithah* en négligeant celles des limites des heures qui ne tombent pas sur le plan proposé.

Fig. 109. Nous donnons la figure de ces heures pour un lieu situé à 30° de latitude septentrionale.

TABLE.

COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.						COMMENCEMENT DU CAPRICORNE.					
HEURES.	OMBRE.		AZIMUT de l'ombre.		RÉGION.	HEURES.	OMBRE.		AZIMUT de l'ombre.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
I.........	264	55	23	34	A.	I.........	26	2	26	9	B.
II.........	35	50	24	55	A.	II.........	16	36	23	35	B.
III.......	17	44	28	52	A.	III.......	11	23	35	31	B.
IV........	10	31	37	21	A.	IV........	8	5	45	48	B.
V.........	6	40	55	27	A.	V.........	6	00	63	31	B.
VI........	5	15	90	00	A.	VI........	5	15	90	00	B.
Ashre.....	18	38	28	25	A.	VII.......	12	51	33	11	B.

Ashre du Bélier : $17^d\ 27'$; azimut, 00° 00'; ombre, nulle au temps de midi vrai.

Si la latitude est égale au complément de l'obliquité de l'écliptique, le plan incliné, dont la distance à l'équateur est de 90°, est incliné, relativement au zénith de cette latitude, de 23° 35'; il est

en même temps l'horizon d'un des lieux qui n'ont pas de latitude, parce qu'il passe par les pôles du monde. Ainsi le tracé des heures sur ce plan est manifeste, d'après ce qui vient d'être dit sur leur construction pour le 30e degré de latitude.

Si la latitude est plus grande que le complément de l'obliquité de l'écliptique, et plus petite que 90°, et qu'on la suppose de 70°, le plan dont il s'agit aura 20° d'inclinaison relativement au zénith du lieu ; la construction de ses heures n'a pas besoin d'être expliquée.

Si la latitude est de 90°, alors le plan donné n'est plus incliné, mais il est perpendiculaire à l'horizon, parce qu'il passe par les pôles du monde et qu'à cette latitude le pôle est au zénith ; ainsi le tracé des heures sur ce plan a été précédemment expliqué, puisqu'on a décrit les heures sur les plans perpendiculaires à l'horizon à la latitude de 90°.

Faites de même pour tous les plans qui s'écartent de l'équateur [sans que leurs pôles sortent du méridien].

Pour faciliter l'intelligence de ce sujet, nous donnerons un autre exemple dans lequel nous supposerons que le plan sur lequel on veut tracer les heures est éloigné de l'équateur de 40° vers le nord.

Si le lieu pour lequel on veut faire cette construction n'a pas de latitude, le plan proposé déclinera du zénith de ce lieu de 40° nord, et il sera l'horizon d'un lieu situé à 50° de latitude méridionale. Ainsi on déterminera les ombres des heures et leurs azimuts pour le lieu qui n'a pas de latitude dans celui dont la latitude est de 50° sud, et on continuera l'opération comme ci-dessus.

Si le lieu pour lequel on veut tracer les heures sur le plan proposé a une latitude, et qu'on la suppose de 30° nord, le plan déclinera du zénith dans ce lieu de 10° nord, et sera l'horizon d'un lieu situé à 50° de latitude méridionale ; ainsi vous déterminerez les ombres des heures et leurs azimuts pour un lieu situé à 30°

de latitude septentrionale dans celui dont la latitude est de 50° sud, et vous achèverez l'opération comme ci-dessus. Si la latitude du lieu était de 30° sud, le plan déclinerait du zénith de ce lieu de 70° nord; et si la latitude du lieu était de 40° nord, le plan proposé n'y aurait pas d'inclinaison, mais il serait vertical sur la ligne d'est et ouest, et passant par le zénith de ce lieu.

Traitez de même tous les plans qu'on pourrait vous proposer.

CHAPITRE VIII.

CONSTRUCTION DES HEURES SUR LES PLANS DÉSIGNÉS DANS LE CHAPITRE PRÉCÉDENT, LORSQUE LE GNOMON, AU LIEU D'ÊTRE PERPENDICULAIRE A CES PLANS, EST PARALLÈLE A L'HORIZON.

Lorsqu'on se propose de faire cette construction, ou le plan incliné est parallèle à l'équateur ou il ne l'est pas; s'il est parallèle à l'équateur, le lieu pour lequel vous voulez tracer les heures n'a pas de latitude ou il en a; s'il n'a pas de latitude, le plan dont il s'agit ne sera pas au nombre des plans inclinés auquel le gnomon n'est pas perpendiculaire; mais il sera au contraire perpendiculaire à l'horizon, et le gnomon [qui doit être parallèle à l'horizon] sera perpendiculaire à ce plan; or, nous avons expliqué précédemment ce qui concerne les plans perpendiculaires à l'horizon d'un lieu qui n'a pas de latitude.

Mais si le lieu donné a une latitude, cette latitude sera de 90° ou au-dessous; si elle est de 90°, le plan dont il s'agit, au lieu d'être incliné, sera parallèle à l'horizon; et nous avons expliqué ci-dessus ce qui concerne les plans parallèles à l'horizon d'un lieu dont la latitude est de 90°.

Si la latitude est au-dessous de 90° et qu'on la suppose de 30° nord, vous prendrez une tablette semblable à celle que nous avons décrite dans le chapitre précédent, et vous y marquerez l'horizontale, le centre du plus long gnomon, les parallèles des signes et les limites des heures, selon ce que nous avons dit dans ce chapitre, et absolument de la même manière, parce qu'il n'y a de différence entre la figure précédente et celle qui convient ici qu'en ce qui concerne le gnomon; car dans cette figure le gnomon est perpendiculaire à son plan, et dans celle-ci il est parallèle à l'horizon; et dans la même figure le centre de ce gnomon est au point T, tandis que dans celle-ci il doit être au point E. Lors donc que vous aurez terminé cette construction, vous déterminerez comme il suit la longueur du gnomon parallèle à l'horizon. Fig. 110.

DÉTERMINATION DE LA LONGUEUR DU PLUS LONG GNOMON.

Ajoutez 144 au carré de l'ombre verticale de la latitude du lieu; tirez la racine de la somme, elle exprimera la longueur [en doigts] de la partie saillante du gnomon parallèle à l'horizon. Prenez avec le compas un nombre égal des parties de EG, et faites un gnomon de cuivre dont la partie saillante soit égale en longueur à cette quantité; posez-le sur le point E de manière qu'il soit parallèle à l'horizon, ce que vous ferez par la méthode que nous expliquerons par la suite.

Vous pourriez tracer ces heures au moyen de la distance et de l'ombre employée, en observant de rapporter les azimuts des heures à l'horizon de l'équateur, ce qui est manifeste; mais la méthode que nous venons d'exposer est moins laborieuse et plus facile, tandis que l'autre est beaucoup plus difficile.

Si le plan incliné n'est pas parallèle à l'équateur, il sera à une certaine distance de l'équateur, et nous supposerons que cette distance est de 75° vers le nord.

Alors, si vous voulez tracer les heures d'un lieu quelconque sur ce plan, ou ce lieu aura une latitude ou il n'en aura pas; s'il a une latitude, ou elle sera de 90° ou elle sera au-dessous de 90°; si elle est de 90°, il ne sera pas possible de tracer les heures sur la tablette proposée, parce qu'il faut que cette tablette ait une position déterminée et qu'ici cette position n'est pas assignable, puisque la ligne d'est et ouest est indéterminée, comme aussi le vertical sur la ligne méridienne et le vertical sur la ligne d'est et ouest.

Si la latitude est au-dessous de 90° et qu'on la suppose de 30°, le plan, dont la distance à l'équateur est de 75° vers le nord, déclinera du zénith du lieu proposé de 45° nord et sera parallèle à l'horizon d'un lieu situé à 15° de latitude méridionale.

D'après cela, la partie du parallèle du Capricorne visible dans le lieu proposé sera visible sur le plan dont il s'agit, et on pourra tracer les heures du Capricorne dans ce lieu, non pour toute sa partie visible sur le plan, mais seulement pour [les] 166° 30′ de cette partie visible [dans le lieu proposé]. D'après cela, la fin de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse, et le commencement de la douzième heure du même jour, ne pourront être marqués sur le plan, mais les autres heures pourront y être tracées.

Et, quand vous connaîtrez les heures qui tombent sur le plan et celles qui n'y tombent pas, vous pourrez tracer les heures sur ce plan, de deux manières; la première par l'ombre et la distance employée, et la seconde par l'ombre et son azimut; or, la seconde méthode est plus parfaite que la première, parce qu'on peut par la seconde méthode tracer toutes les limites des heures du lieu proposé qui peuvent tomber sur le plan, et qu'il n'en est pas ainsi de la première. Cependant on a coutume d'employer la première de préférence à la seconde, et l'on a aussi coutume de faire le gnomon proportionnel au sinus de l'inclinaison du plan in-

cliné, et de placer sur le bord de la tablette le *maskhath-al-hhajar, lieu où tombe la pierre*[1], ce qui empêche de tracer plusieurs des limites des heures qui pourraient l'être sur cette face du plan proposé.

Si donc vous voulez construire les heures selon la méthode vulgaire, commencez par déterminer les ombres employées, et leurs distances portées sur le plan, pour les heures du commencement du Capricorne et du commencement de l'Écrevisse, à la latitude de 30°, en les calculant comme il a été dit dans le chapitre LXXXIe de la première partie; ordonnez le tout dans une table comme de coutume, et en outre marquez dans la table la valeur du corps de l'ombre horizontale, et son ombre horizontale pour la hauteur qui n'a pas d'azimut; ou, si vous aimez mieux, déterminez toutes ces choses géométriquement d'après la méthode de la XXXVIIe proposition du livre 1er de la seconde partie; mais vous n'aurez, par cette méthode vulgaire, d'autres limites d'heure du jour du commencement de l'Écrevisse que celles qui tombent sur la face méridionale du plan vertical sur la ligne d'est et ouest.

Prenez alors une tablette comme de coutume, et, sur la face sur laquelle vous voudrez faire votre tracé, le rectangle ABCD, dont la longueur est AB et la largeur BC. Fig. 110 et 111.

Ensuite appliquez-vous à déterminer le centre du gnomon; pour cela divisez AB en deux parties égales au point E, ce point sera le centre du gnomon, et la ligne AB sera l'horizontale; par le point E menez perpendiculairement à AB la ligne occulte EG, prolongée jusqu'à CD, le point G sera le *maskhath-al-hhajar.*

Tracez sur un plan une droite égale à EG, savoir la ligne IK, et sur cette ligne décrivez le demi-cercle ILK; prenez sur ce demi-cercle l'arc IL égal au double de l'inclinaison du plan sur lequel

[1] C'est le point qui se trouve dans la direction du fil à plomb suspendu au sommet du gnomon; pour éviter une périphrase, nous avons conservé la dénomination que lui donne notre auteur. S.

vous avez à faire votre construction, lequel arc est, relativement à cet exemple, de 90°; menez IL et LK, la ligne IL sera égale à la longueur du gnomon, et la ligne LK, au corps de l'ombre horizontale.

On peut encore déterminer le gnomon de cette autre maniere.

Sur la ligne IK tracez le quart de cercle IMK, et prenez sur IM l'arc IN égal à l'inclinaison du plan, laquelle est, relativement à notre exemple, de 45°; abaissez du point N une perpendiculaire NS sur IK, NS sera la longueur du gnomon et SK celle du corps de l'ombre horizontale.

Après avoir déterminé la longueur du gnomon, construisez une échelle relative à ce gnomon; prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant à la distance de la première heure du jour du commencement du Capricorne, savoir $23^d\ 4'$, et, posant l'une des pointes en E, faites avec l'autre pointe une marque sur la ligne EB et une autre sur la ligne EA: la première sera la marque du commencement de la première heure dudit jour, et la seconde, celle de la fin de la douzième heure du même jour.

Prenez de même sur l'échelle, avec le compas, les parties correspondant à la distance du commencement de la seconde heure du jour du commencement du Capricorne, savoir $17^d\ 38'$, et, posant l'une des pointes en E, faites avec l'autre pointe, au lieu où elle atteint la ligne EA, la marque M, et sur la ligne EB, la marque S, et menez par les deux points M et S deux lignes occultes au point [G] du *maskhath-al-hhajar*. Prenez ensuite avec le compas les parties de la règle correspondant à l'ombre employée de la fin de la première heure du jour du commencement du Capricorne, savoir $5^d\ 32'$, et, posant l'une des pointes en S, faites avec l'autre une marque au point de la ligne SG où elle atteint, cette marque sera celle du commencement de la seconde heure du même jour; posez de même [sans changer l'ouverture du

compas], l'une des pointes en M et faites avec l'autre une marque sur la ligne MG, cette marque sera celle du commencement de la douzième heure dudit jour.

Nous menons les deux lignes SG et MG de l'extrémité de la distance du commencement de la seconde heure, et nous n'en avons pas mené pour la première heure, parce que le commencement de la première heure n'a pas d'ombre employée, tandis que le commencement de la seconde en a une.

Procédez de même au tracé des limites des autres heures du [commencement du] Capricorne et des possibles entre celles du jour du commencement de l'Écrevisse, lesquelles sont au nombre de cinq, savoir : le commencement des V, VI, VII, VIII et IXes heures.

Ensuite prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre horizontale de la hauteur qui n'a pas d'azimut, et, posant l'une des pointes en G, faites avec l'autre pointe, en quelque point qu'elle atteigne, une marque sur la ligne GC et une autre sur la ligne GD, et prolongez le parallèle de l'Écrevisse jusqu'à ces deux marques.

Prenez ensuite les parties de l'échelle correspondant à l'ombre employée du midi vrai du commencement du Bélier, savoir $10^d\,45'$; et, posant l'une des pointes en E, faites avec l'autre pointe sur la ligne EG une marque par laquelle vous mènerez une droite parallèle à l'horizontale : cette droite sera le parallèle du commencement du Bélier.

Joignez entre elles les limites des heures de la manière expliquée ci-dessus, et tracez la ligne de *l'ashre,* ce qui ne présente aucune difficulté.

TABLES.

Commencement du Bélier. Heures.	Distance. Doigts.	Distance. Minutes.	Commencement du Capricorne. Heures.	Distance. Doigts.	Distance. Minutes.	Ombre employée. Doigts.	Ombre employée. Minutes.
I.........	00	00	I..........	23	4	00	00
II.........	89	32	II..........	17	38	5	32
III...... .	41	39	III.........	13	13	6	58
IV........	24	1	IV..........	9	30	7	29
V.........	13	41	V..........	6	8	7	18
VI........	6	27	VI.........	3	2	7	13
VII.......	00	00	VII........	00	00	7	12
Ashre......	30	53	Ashre.......	10	41	7	46

COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.

Heures.	Distance. Doigts.	Distance. Minutes.	Ombre employée. Doigts.	Ombre employée. Minutes.
V....................................	210	15	203	48
VI....................................	36	30	36	47
VII....................................	00	00	15	15

[Autres valeurs.]	Doigts.	Minutes.
Ombre horizontale de la hauteur de l'*ashre* [de l'Écrevisse]...............	14	24
Valeur du corps de l'ombre horizontale.............................	12	00
Ombre de la hauteur qui n'a pas d'azimut..........................	9	00
[Ombre employée du] midi vrai du Bélier...........................	10	45

Si vous voulez faire le tracé des heures d'une autre manière, Fig. 112.
déterminez l'ombre horizontale et son azimut pour la fin de chacune des heures du jour du commencement du Capricorne et du commencement de l'Écrevisse qui peuvent tomber sur le plan incliné, et cela d'après ce qui précède.

Relativement à cet exemple, ce sont toutes les heures du jour du commencement du Capricorne et les commencements des III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X et XIe heures du jour du commencement de l'Écrevisse; déterminez ensuite le centre du plus long gnomon et sa longueur, d'après ce qui a été dit pour la construction du *basithah*, et construisez les parallèles et les limites des heures et de *l'ashre*, suivant la méthode accoutumée. Après cela, prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre verticale de l'inclinaison du plan, laquelle est ici de 12^{d}, parce que l'inclinaison du plan est de 45°; et, conservant l'ouverture du compas, posez l'une des pointes sur le centre du gnomon, et faites avec l'autre pointe, sur la ligne méridienne et dans la partie élevée du plan, une marque qui sera celle du centre du gnomon qui doit être parallèle à l'horizon, le premier centre étant celui du gnomon qui serait perpendiculaire au plan : si on se servait de ce dernier gnomon, la mesure serait exacte; mais une des conditions de ce chapitre est que le gnomon fixe dont on se sert soit parallèle à l'horizon. Multipliez l'ombre verticale de l'inclinaison du plan par elle-même, ajoutez 144 au produit, et prenez la racine de la somme; ce sera, en parties de l'échelle, la longueur du gnomon parallèle à l'horizon. Faites alors un gnomon de cuivre ou de bois dur de cette longueur, et fixez-le sur son centre de manière qu'il soit parallèle à l'horizon. Nous expliquerons par la suite comment on peut le fixer ainsi avec exactitude.

La table suivante contient les ombres horizontales et leurs azimuts pour les heures du jour du commencement de l'Écrevisse qu'on n'a pu construire par la première méthode.

TABLE POUR LE COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.

HEURES.	OMBRE.		AZIMUT de l'ombre.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
III...	57	52	28	35	A.
IV....	24	40	36	14	A.
Ashre.	26	00	35	24	A.

Nous n'indiquons dans cette table les ombres et leurs azimuts que pour les heures que cette méthode donne de plus que l'autre, et cela pour éviter des longueurs, parceque ceci suffit pour notre exemple ; car cette table se trouve complétée par la précédente, attendu que ce que celle-ci contient d'ombres et d'azimuts de ces ombres, et ce que l'autre contient de distances et d'ombres employées, suffit pour notre figure, vu que ce qui manque à la première table, pour ce qui tombe sur le plan, se réduit aux commencements des III, IV, X et XIe heures du jour du commencement de l'Écrevisse, et que c'est positivement ce que donne cette table-ci.

CHAPITRE IX.

CONSTRUCTION DES HEURES SUR DES PLANS PARALLÈLES A DES HORIZONS DONT LES PÔLES NE DÉCLINENT PAS DE NOTRE PREMIER VERTICAL, LES GNOMONS ÉTANT PERPENDICULAIRES A CES PLANS.

Exemple pour un lieu situé à 30° de latitude septentrionale, le plan donné étant incliné, à l'égard du zénith, de 45° vers l'orient,

et les pôles de l'horizon parallèle à ce plan n'ayant aucune déclinaison à l'égard du premier vertical du lieu auquel se rapporte cet exemple.

La construction des heures du lieu proposé sur un tel plan peut être faite de deux manières : la première par l'ombre et son azimut, et la seconde par la distance et l'ombre employée.

Par la première méthode, on détermine la latitude de l'horizon parallèle au plan incliné ou la différence de la longitude de cet horizon et de celle du lieu donné, ce qui, relativement à notre exemple, donne pour latitude 20° 43′ nord, et pour différence en longitude 49° 8′ ouest. On détermine ensuite les ombres horizontales et leurs azimuts pour les heures du lieu proposé sur l'horizon dont il s'agit; le reste de la construction est facile à saisir.

Par la seconde méthode, on détermine la distance et l'ombre employée portée sur le plan incliné comme il a déjà été dit, et cela pour les heures du commencement du Capricorne et du commencement de l'Écrevisse, et pour tout autre degré des signes; et on écrit le tout dans une table, comme nous avons coutume de le faire.

Ainsi, soit le rectangle ABCD la face sur laquelle on veut tracer les heures, et AB l'horizontale. Fig. 113 et 114.

Tracez sur une surface plane la droite TL, égale à la ligne AD, et sur cette droite TL le demi-cercle THL, sur lequel vous prendrez l'arc TH, égal au double de l'inclinaison du plan, savoir 90°, et menez TH et HL : la ligne TH sera égale à la longueur du gnomon parallèle à l'horizon, et HL à celle du corps de l'ombre horizontale.

On peut aussi déterminer la longueur du gnomon parallèle à l'horizon comme il suit :

Faites sur TL le quart de cercle TML, et prenez sur LM l'arc LN, égal à l'inclinaison du plan, savoir 45°; menez de N sur TL la perpendiculaire NS : cette perpendiculaire sera égale à la lon-

gueur du gnomon parallèle à l'horizon et S L à la longueur du corps de l'ombre horizontale.

Faites ensuite une échelle selon le gnomon parallèle à l'horizon, et non selon le corps de l'ombre horizontale, et prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant à la distance de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse, savoir 6^d 15'; et, posant l'une des pointes en B, faites avec l'autre pointe une marque sur l'horizontale, cette marque donnera le centre du gnomon parallèle à l'horizon. Posez de même, en conservant l'ouverture du compas, l'une des pointes en C, et faites une marque avec l'autre pointe sur la ligne C D, cette marque donnera le *maskhath-al-hhajar.* Conservant encore l'ouverture du compas, posez l'une des pointes sur le centre du gnomon parallèle à l'horizon, et, avec l'autre pointe, faites une marque sur l'horizontale vers le point A, ce sera celle du commencement de la première heure du jour du commencement du Capricorne, comme le point B est celle du commencement de la première heure du jour du commencement de l'Écrevisse : le centre du gnomon sera au milieu de la droite comprise entre ces deux marques, le point B au midi relativement à ce centre, et l'autre point, savoir celui du commencement de la première heure du commencement du Capricorne, au nord du même centre.

Après cela, prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant à la distance de la seconde heure du jour du commencement de l'Écrevisse, savoir 4^d 14', et, posant l'une des pointes sur le centre du gnomon, faites avec l'autre pointe une marque sur l'horizontale du côté du midi, attendu que la distance est méridionale, et placez le bord d'une règle sur cette marque et sur le *maskhath-al-hhajar*, puis menez une droite occulte de la marque au *maskhath-al-hhajar ;* prenez ensuite, avec le compas, les parties de l'échelle correspondant à l'ombre employée pour la seconde heure du jour du commencement de

l'Écrevisse, savoir 3^d $37'$, et, posant l'une des pointes à l'origine de la ligne occulte dans l'horizontale, faites avec l'autre, sur cette ligne occulte, une marque qui sera celle de la seconde heure du jour du commencement de l'Écrevisse.

Si l'on eût pris sur l'échelle les parties correspondantes au complément de l'ombre employée et qu'on eût posé l'une des pointes du compas sur le *maskhath-al-hhajar* et fait avec l'autre une marque sur la ligne occulte, cette marque eût été celle de la même heure.

Tracez de même les limites des autres heures, excepté celle du commencement de la septième heure, car elle n'a ni distance ni ombre employée.

Si le tracé en était fait au moyen d'une échelle appropriée au corps de l'ombre horizontale, on prendrait avec le compas les parties de l'échelle du corps de l'ombre horizontale qui correspondent à l'ombre du commencement de la septième heure du jour du commencement du Capricorne, savoir 16^d $16'$, et, posant l'une des pointes sur le *maskhath-al-hhajar,* on ferait avec l'autre une marque sur la ligne CD, du côté nord, et cette marque serait celle du commencement de la septième heure du jour du commencement du Capricorne; on tracerait de même la marque du commencement de la septième heure de tout autre jour.

Lorsque, dans le cas dont il s'agit, le corps de l'ombre horizontale est égal au gnomon parallèle à l'horizon, il suffit d'avoir l'échelle du gnomon parallèle à l'horizon, sans qu'il soit besoin de celle du corps de l'ombre horizontale.

On termine cette construction en joignant, comme de coutume, toutes les marques qu'on a déterminées.

Quant au tracé du parallèle du commencement du Bélier, on le fera comme il suit :

Placez le bord d'une règle sur le centre du gnomon et sur la marque du commencement de la septième heure du jour du com-

mencement du Bélier; et, menant du centre du gnomon une droite à la ligne CD, cette droite sera le parallèle du commencement du Bélier. Vous tracerez ensuite la ligne de *l'ashre* d'après cette détermination, et vous écrirez sur toutes les parties de la construction la dénomination qui convient à chacune.

Déterminez après cela le gnomon perpendiculaire et son centre par la méthode suivante :

Fig. 114. Placez le bord d'une règle sur les deux points N, T; menez la droite NT, et, par le point S, abaissez sur cette droite la perpendiculaire SO, cette dernière ligne sera égale à la longueur du gnomon perpendiculaire, et la distance du centre de ce gnomon à l'horizontale sera égale à la ligne NO. Ainsi prenez avec le compas la distance NO; posez l'une des pointes sur le centre du gnomon parallèle à l'horizon et faites, avec l'autre pointe, une marque sur la ligne menée de ce centre au *maskath-al-khajar;* cette marque sera celle du centre du gnomon perpendiculaire.

Ou autrement : menez par le point H une perpendiculaire HF à la ligne TL; cette perpendiculaire HF sera égale à la longueur du gnomon perpendiculaire et la ligne TF à sa distance de l'horizontale.

Faites alors un gnomon de cuivre tel que nous l'avons déjà décrit, qu'il soit égal à la longueur du gnomon perpendiculaire, et fixez-le sur le centre qui vient d'être déterminé, de manière qu'il soit perpendiculaire au plan incliné.

Voici encore une autre manière de déterminer le gnomon perpendiculaire par le calcul:

Multipliez le corps de l'ombre horizontale par lui-même; ajoutez à ce carré celui du gnomon parallèle à l'horizon; prenez la racine de la somme de ces deux carrés, et divisez par cette racine le carré du gnomon parallèle à l'horizon; vous aurez au quotient, en parties de l'échelle, la distance du centre du gnomon perpendiculaire et de l'horizontale.

Prenez le carré de cette distance, retranchez-le du carré du gnomon parallèle à l'horizon et tirez la racine du reste; vous aurez en parties de la règle la longueur du gnomon perpendiculaire : quant à la manière de le poser, elle ne présente aucune difficulté.

TABLE.

COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.						COMMENCEMENT DU CAPRICORNE.					
HEURES.	DISTANCE.		OMBRE employée.		RÉGION.	HEURES.	DISTANCE.		OMBRE employée.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	
I....	6	15	00	00	A.	I....	6	15	00	00	B.
II....	4	14	3	37	A.	II....	8	10	3	8	B.
III...	2	37	6	6	A.	III...	10	53	6	6	B.
IV...	1	6	8	15	A.	IV...	15	10	9	51	B.
V...	00	41	10	31	B.	V....	23	28	16	32	B
VI...	3	37	13	31	B.	VI...	47	37	37	30	B.
VII[1]..	00	00	1	21	B.	VII[1]..	00	00	16	16*	B.*
Asbre.	1	14	8	10	A.	Asbre.	13	29	3	*	B.*
Asbre du Bélier.	4	39	7	7	B.	Midi vrai du Bélier.	00	00	6*	56*	B.*

[1] Pour la VII[e] heure on se sert de l'ombre horizontale.

* Manquent.

CHAPITRE X.

CONSTRUCTION DES HEURES SUR LES PLANS DONT IL S'AGIT DANS LE CHAPITRE PRÉCÉDENT, LORSQUE LES GNOMONS SONT PARALLÈLES A L'HORIZON.

Exemple pour un lieu situé à 30° de latitude septentrionale, le plan proposé étant incliné relativement au zenith de 45° vers l'orient, et les pôles de l'horizon parallèles à ce plan n'ayant aucune déclinaison à l'égard du premier vertical du lieu auquel cet exemple est rapporté.

La construction des heures de ce lieu sur un tel plan, lorsque le gnomon est parallèle à l'horizon, peut être faite de deux manières. La première, par la distance et l'ombre employée, ce qui ne présente aucune difficulté d'après ce que l'on vient d'exposer dans le chapitre précédent; la seconde, par l'ombre horizontale portée sur le plan incliné et par l'azimut de cette ombre, ce qui s'exécute comme il suit.

Déterminez la latitude de l'horizon parallèle au plan incliné, et la différence entre la longitude de cet horizon et celle du lieu de l'exemple. Ensuite prenez les ombres horizontales et leurs azimuts sur l'horizon parallèle au plan incliné, pour les fins d'heure du commencement du Capricorne et du commencement de l'Écrevisse dans le lieu de l'exemple, et servez-vous-en pour votre construction comme vous avez fait ci-devant, ce qui est manifeste.

On peut déterminer les ombres horizontales et leurs azimuts d'après les distances et les ombres employées, et réciproquement,

soit par les calculs expliqués ci-dessus, soit par les constructions géométriques déjà exposées.

Lorsqu'on aura tracé les limites des heures et les parallèles, on posera le gnomon parallèle à l'horizon, et on laissera de côté le gnomon perpendiculaire. La figure est la même que celle du chapitre précédent; c'est pourquoi nous n'en donnons pas le dessin.

CHAPITRE XI.

CONSTRUCTION DES HEURES SUR DES PLANS PARALLÈLES A DES HORIZONS DONT LES PÔLES DÉCLINENT A L'ÉGARD DE NOTRE MÉRIDIEN ET DE NOTRE PREMIER VERTICAL, LES GNOMONS ÉTANT PERPENDICULAIRES A CES PLANS.

Étant donné un lieu situé à 30° de latitude septentrionale, avec Fig. 115.
un plan incliné à l'égard du zénith de 45° vers l'orient, et dont l'azimut de l'inclinaison est de 45° dans le cadran sud-est, tracer les heures du lieu de l'exemple sur le plan incliné donné, le gnomon étant perpendiculaire à ce plan.

La construction de ces heures se fait de deux manières: la première par l'ombre et son azimut, et la seconde par la distance et l'ombre employée. Chacune de ces deux méthodes est fondée sur ce qui précède; ainsi, en y donnant la moindre attention, cela ne présentera aucune difficulté à une personne exercée à ces sortes de constructions.

La figure que nous donnons de ces heures a été faite au moyen de la distance et de l'ombre employée à la latitude du lieu proposé.

69.

TABLE.

COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.					
HEURES.	DISTANCE.		OMBRE employée.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	
VII...	12	00	19	16	B.[a]
VIII...	6	4	14	11	A.
IX....	10	42	13	43	A.
X.....	14	26	13	15	A.
XI....	18	43	12	37	A.
XII...	25	8	11	3	A.
Fin du jour.	38	4	00	00	A.
Ashre..	14	44	13	17	A.
Midi vrai du Bélier[b].	12	00	14	45	B.

[a] Manuscrit, A.

COMMENCEMENT DU CAPRICORNE.					
HEURES.	DISTANCE.		OMBRE employée.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Doigts.	Minutes.	
VII...	12	00	10	37	B.
VIII...	7	11	8	17	B.
IX....	3	53	6	46	B.
X.....	1	24	5	30	B.
XI....	00	35	4	8	A.
XII...	2	47	2	27	A.
Fin du jour.	3	47	00	00	A.
Ashre..	00	42	5	5	B.
Fin du jour du Bélier.	12	00	00	00	A.

[b] Manuscrit, *Ashre.*

Ashre du Bélier : 5. 58. — 7. 16.

CHAPITRE XII.

CONSTRUCTION DES HEURES SUR LES PLANS DONT IL S'AGIT DANS LE CHAPITRE PRÉCÉDENT, LORSQUE LE GNOMON, AU LIEU D'ÊTRE PERPENDICULAIRE À CES PLANS, EST PARALLÈLE À L'HORIZON.

Exemple pour le plan proposé dans le chapitre précédent :

La construction des heures sur un tel plan dont le gnomon est parallèle à l'horizon, se fait de deux manières : la première par

l'ombre et son azimut, et la seconde par la distance et l'ombre employée. L'une et l'autre sont manifestes, et la figure étant absolument la même que celle du chapitre précédent, nous ne la donnerons pas.

CHAPITRE XIII.

DE LA MANIÈRE DE POSER SUR LES PLANS INCLINÉS LE GNOMON PARALLÈLE A L'HORIZON.

Pour cela, prenez un morceau de bois dur, exactement taillé de la forme ABCDEG, [qui représente une équerre], dont l'angle B du triangle ABE est égal à l'angle d'inclinaison du plan incliné, et l'angle E du même triangle égal au complément de l'angle d'inclinaison. Fig. 116.

Divisez la ligne AG en deux parties égales au point I, et par ce point I menez sur la face ABCG la ligne IK, parallèle à AB, et marquez sur cette ligne IK un point quelconque L, par lequel vous mènerez parallèlement à AG jusqu'à la ligne GC la droite LM.

Par le point M menez sur la face ABE, et parallèlement à AE jusqu'à la ligne EB, la droite MN, et par le point N menez sur la face CE, et parallèlement à ED jusqu'à la ligne CD, la droite NT.

Divisez NT en deux parties égales au point S, et percez le solide de L en S très-exactement, ce qui se fait avec *l'atherbâl*[1], instrument à percer muni d'une grenade *roumanah* [ou petite tête], et tel que vers la pointe il n'y ait pas de renflement et qu'il soit de même grosseur [dans toute sa longueur], comme on le voit Fig. 116 et 116'.

[1] La correspondance de ce mot avec le latin *terebella* est frappante.

dans la figure 116** et non pas comme il est dans la figure 116***, parce qu'alors il ne percerait pas en ligne droite, attendu que, le renflement faisant le trou de plus forte dimension que le reste du fuseau, l'instrument pourrait vaciller dans le trou que l'on perce et s'écarterait ainsi de sa direction, pour peu que la main de l'ouvrier se dérangeât, ce qui n'a pas lieu avec la première forme.

Cependant les ouvriers préfèrent la seconde forme, parce que l'opération est plus facile en ce que le bois enlevé trouve une issue pour s'échapper et qu'il n'en est pas de même avec la première forme; c'est pourquoi, quand on se sert de celle-ci, il faut de temps en temps retirer l'instrument pour ôter les petits copeaux qui se forment dans le trou en tournant; et comme au commencement de l'opération la pointe n'a pas encore pris de bois, et que, si la main de l'ouvrier vient à incliner tant soit peu, il en résulte de l'erreur; il faut placer l'extrémité supérieure du fuseau de *l'atherbâl* dans une traverse parallèle à la face ABCD, de manière que le fuseau soit perpendiculaire à cette face et tel qu'on le voit dans la figure, où il est perpendiculaire à la face ABCD.

Au moyen de cela l'opération devient facile, et lorsqu'on l'a terminée et qu'on veut se servir du trou foré pour placer le gnomon, on applique la face ABCD de l'équerre sur la surface du [plan incliné] *al-rorkhâmah*, le marbre, de manière que le point S soit sur le centre du gnomon, et fixant solidement l'équerre, on remet *l'atherbâl* dans le trou LS et on perce la tablette, après quoi on fixe le gnomon dans ce trou et il se trouve exactement placé: ensuite on pose la tablette inclinée de manière que son inclinaison soit du côté qui lui convient, ce qui s'exécute facilement au moyen du *kharathioune*[1] ou de l'ombre.

Nous donnons la figure de l'équerre [116] et celle de *l'atherbâl* [116*].

[1] Nous ne connaissons pas la signification de ce mot. S.

CHAPITRE XIV.

CONSTRUCTION DES HEURES ÉGALES SUR UN PLAN PARALLÈLE A L'HORIZON, SANS EMPLOYER AUCUN AZIMUT NI D'AUTRE PARALLÈLE QUE CELUI DU BÉLIER.

Ceci fait partie des choses inusitées que nous donnons dans cet ouvrage comme le résultat de nos méditations et de nos réflexions [1].

C'est à savoir que les cercles par lesquels on détermine les heures égales sont tous de grands cercles, passant chacun par les deux pôles du monde; d'où il suit nécessairement que leurs communes sections avec un plan parallèle à l'un des cercles de l'horizon, du méridien, du premier vertical ou d'un vertical quelconque, ou enfin parallèle au cercle d'un horizon quelconque, sont [dans les sphères obliques] des lignes droites passant par le point du pôle marqué sur ce plan et passant aussi par les limites des heures égales sur la ligne du parallèle du Belier [l'équinoxiale]; et que l'ombre du gnomon, lorsque le soleil est dans l'un des cercles que nous venons d'indiquer, se trouve sur la commune section de ce même cercle avec le plan dont il s'agit.

Si le lieu donné n'a pas de latitude, l'opération du tracé de ces communes sections se réduit à déterminer les ombres horizontales des heures du commencement du Bélier; on les ordonne ensuite dans une table, et on prend une tablette propre au tracé de ces heures, de longueur et largeur convenables, et bien aplanie.

[1] Ce passage nous apprend qu'avant Aboul-Hhassan on ne s'était point occupé du tracé des heures égales.

Fig. 117. Soient CG la longueur de cette tablette et CH sa largeur : divisez CH en deux parties égales au point A, et menez par ce point la ligne AB, parallèle à CG, cette ligne sera la ligne du parallèle du Bélier [l'équinoxiale]; divisez-la en deux parties égales au point M, qui sera le centre du gnomon, et menez par ce point la ligne DE, perpendiculaire à AB, et prolongée jusqu'aux deux bords de la tablette; construisez ensuite une échelle dont la longueur soit égale à AM, et divisez cette échelle en parties correspondant aux doigts de la plus longue ombre portée dans la table, savoir l'ombre de la première heure, ou correspondant au nombre entier composé qui approche le plus *en plus* de celui des doigts de l'ombre.

Après cela prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre de la fin de la première heure, et, posant l'une des pointes en M, faites avec l'autre pointe une marque sur la ligne AM et une autre sur la ligne MB; puis, par chacune de ces marques menez une parallèle à DE, prolongée jusqu'aux deux bords de la tablette : faites de même pour les ombres des autres heures, et les lignes que vous aurez seront les limites de ces heures.

La ligne DE est la ligne méridienne et le point M le centre du gnomon, dont la longueur est égale à celle de douze parties de l'échelle; le reste de l'opération est manifeste.

Observez encore que le pôle ne peut tomber sur ce plan, parce qu'il n'a aucune hauteur au-dessus de l'horizon, et que c'est à cause de cela que les limites des heures sont toutes parallèles à la ligne méridienne, excepté celle du commencement de la septième heure, qui tombant sur cette ligne ne peut lui être parallèle, puisqu'elle se confond avec elle. (Voyez la figure.)

TABLE.

COMMENCEMENT DU BÉLIER.		
HEURES.	OMBRE.	
	Doigts.	Minutes.
I...........	44	46
II...........	20	47
III...........	12	00
IV...........	6	56
V...........	3	13
VI...........	00	00

Si le lieu donné a une latitude, et qu'on la suppose de 30° nord, déterminez les ombres horizontales pour les heures du commencement du Bélier à cette latitude, ordonnez-les dans une table, et ajoutez-y l'ombre de la latitude du lieu et celle de la hauteur du pôle sur l'horizon de ce lieu.

Ensuite, prenez pour tracer ces heures une tablette telle que l'ombre du gnomon y soit comprise pour tous les jours de l'année, ce que vous déterminerez par les méthodes déja exposées : soient DT la longueur de cette tablette et DE sa largeur. Fig. 118.

Divisez DT en deux parties égales au point A, et menez par ce point la ligne AB, parallèle à DE : cette ligne AB sera la ligne méridienne ; déterminez ensuite le centre du plus long gnomon par la méthode connue, et qu'il soit au point C, et que le point B soit au nord et le point A au midi.

Construisez alors votre échelle, et prenez sur cette échelle avec le compas les parties correspondant à l'ombre du commencement de la septième heure [du parallèle du Bélier], savoir 6 doigts 56

minutes; posez l'une des pointes sur le centre du gnomon, et avec l'autre pointe faites une marque vers le nord sur la ligne CB, attendu que l'ombre est septentrionnale, et menez par cette marque une ligne droite, perpendiculaire à la ligne AB et prolongée jusqu'aux deux bords de la tablette, cette ligne sera celle du parallèle du commencement du Bélier.

Après cela, prenez sur l'échelle les parties correspondant à l'ombre [de la hauteur] du pôle, savoir 20 doigts 47 min.; et, posant l'une des pointes sur le centre du gnomon, faites avec l'autre une marque vers le midi sur la ligne AB, parce que cette ombre est méridionale, et le point [marqué] sera le pôle [du plan].

Prenez de même sur l'échelle avec le compas les parties correspondant à l'ombre de la première heure du jour du commencement du Bélier, et, posant l'une des pointes sur le centre du gnomon, faites avec l'autre deux marques sur le parallèle du Bélier, l'une vers l'occident et l'autre vers l'orient; et, plaçant [successivement] le bord d'une règle sur chacune de ces marques et sur le pôle, menez [chaque fois] une droite prolongée jusqu'au bord de la tablette.

Ensuite prenez sur l'échelle avec le compas les parties correspondant à l'ombre de la seconde heure du jour du commencemnet du Bélier, et, posant l'une des pointes sur le centre du gnomon, faites avec l'autre deux marques sur le parallèle du commencement du Bélier, l'une vers le couchant et l'autre vers l'orient; et, plaçant [successivement] le bord d'une règle sur chacune de ces deux marques et sur le pôle, menez deux droites prolongées jusqu'au bord de la tablette.

Faites de même pour les autres heures, et menez par le point du pôle une parallèle au parallèle du commencement du Bélier, prolongée jusqu'aux deux bords de la tablette, les lignes que vous obtiendrez seront les limites des heures égales à la latitude proposée, celle d'entr'elles qui passe par le centre du gnomon étant

la ligne du midi vrai, et celle qui est parallèle au parallèle équinoxial étant l'horizon équatorial qui passe par le lieu du lever de l'équinoxe sur l'horizon du lieu donné; son côté occidental sera le commencement de la sixième heure avant midi vrai, et son côté oriental le commencement de la septième heure après midi vrai. Ainsi vous marquerez d'après cela les nombres qui conviennent aux heures, et vous suivrez les mêmes règles pour les parties d'heures égales que vous voudrez tracer.

On voit par là comment on tracerait pour chaque degré de l'équateur une ligne telle, que, quand l'ombre du gnomon tomberait sur une de ces lignes, on connût combien il reste à décrire de l'arc de révolution jusqu'au midi vrai, ou combien il y en a de passé depuis le même temps.

Pour le tracé de *l'ashre,* déterminez l'arc de révolution [décrit] du *zhohre* du solstice d'été à son *ashre*, et l'arc de révolution du *zhohre* du solstice d'hiver à son *ashre.*

Après cela déterminez la hauteur du soleil dans le jour de l'équinoxe, au temps auquel il y a de passé depuis le *zhohre* de l'équinoxe, comme l'arc de révolution du *zhohre* du solstice à son *ashre;* et, prenant avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre horizontale de cette hauteur, posez l'une des pointes sur le centre du gnomon et faites avec l'autre une marque sur le côté oriental du parallèle du Bélier; puis posez le bord d'une règle sur le pôle et sur cette marque; menez du pôle à la marque une droite occulte, que vous prolongerez jusqu'au bord de la tablette; prenez ensuite avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre horizontale de la hauteur de l'ashre du solstice d'été, et, posant l'une des pointes sur le centre du gnomon, faites avec l'autre une marque dans la partie orientale et vers le parallèle de l'Écrevisse par conjecture [car il n'est pas tracé ici]: cette marque sera celle de *l'ashre* du solstice d'été ; marquez de même *l'ashre* du solstice d'hiver; ensuite prenez avec le compas

les parties de l'échelle correspondant à l'ombre horizontale de *l'ashre* du Bélier, et, posant l'une des pointes du compas sur le centre du gnomon, faites avec l'autre une marque sur le parallèle du Bélier, du côté oriental: cette marque sera celle de l'ashre du Bélier; décrivez alors un arc qui passe par les trois points marqués, et cet arc sera celui de *l'ashre* pour tous les jours de l'année.

Dans la figure que nous donnons, nous n'avons pas déterminé les limites des heures qui seraient de l'autre côté [de l'horizon équinoxial] jusqu'à la fin de la tablette, parce que cela devient inutile pour le lieu dont il s'agit, attendu que le plus long jour n'y est que d'environ quatorze heures, ce qui se trouve compris dans notre figure; mais, s'il y avait un jour plus long que celui-ci, il faudrait déterminer les limites dont on aurait besoin.

TABLE.

HEURES.	OMBRE HORIZONTALE.	
	Doigts.	Minutes.
I.	52	7
II.	24	59
III.	15	29
IV.	10	35
V.	7	52
VI.	6	56
Ombre de la hauteur du pôle	20	47
Le jour de l'équinoxe — Ashre du commencement de l'Écrevisse	20	9
Le jour de l'équinoxe — Ashre du commencement du Capricorne	14	14
Ashre du commencement du Bélier	18	56
Ashre du commencement de l'Écrevisse	13	21
Ashre du commencement du Capricorne	28	16

CHAPITRE XV.

CONSTRUCTION DE TEL PARALLÈLE QUE CE SOIT SUR UN PLAN PARALLÈLE A L'HORIZON, ET DES LIMITES DES HEURES DE TEMPS SANS EMPLOYER AUCUN AZIMUT.

(Ce chapitre fait suite au précédent.)

Lorsque vous voudrez faire cette construction, déterminez pour le lieu auquel vous la destinez les limites des heures égales par la méthode du chapitre précédent; et ensuite les ombres horizontales des heures égales pour le parallèle que vous voulez construire, et faites commencer les heures à midi.

Après cela, prenez sur l'échelle avec le compas les parties correspondant à l'ombre horizontale du commencement de la première heure, qui est l'ombre à midi vrai, et, posant l'une des pointes sur le centre du gnomon, faites avec l'autre sur la ligne propre à cette heure une marque vers le midi ou le nord, selon que cette ombre est portée de l'un ou de l'autre de ces deux côtés; puis faites de même pour les autres ombres, et joignez toutes ces marques comme de coutume: la ligne composée de toutes les lignes partielles de jonction sera le parallèle demandé.

Quant au tracé des limites des heures de temps, vous déterminerez les ombres horizontales pour les heures de temps, et prenant sur l'échelle avec le compas les parties correspondant à l'ombre de la première de ces heures, posez l'une des pointes sur le centre du gnomon et faites avec l'autre une marque sur le côté occidental du parallèle et une autre sur le côté oriental: la

première sera la marque du commencement de la seconde heure de temps pour le parallèle proposé, et la seconde sera celle du commencement de la douzième heure de temps du même parallèle; les limites des autres heures se déterminent de la même manière.

CHAPITRE XVI.

CONSTRUCTION DES LIMITES DES HEURES ÉGALES SUR UN PLAN PARALLÈLE AU CERCLE DU MÉRIDIEN, SANS EMPLOYER LES AZIMUTS NI RIEN QUI EN DÉPENDE, ET SANS QU'IL SOIT BESOIN D'AUTRE PARALLÈLE QUE DE CELUI DU BÉLIER.

(Ce chapitre fait suite au chapitre XIV.)

Fig 119. Si le lieu donné n'a pas de latitude, déterminez les ombres verticales des hauteurs des limites des heures dans un lieu sans latitude, lorsque le soleil est dans le commencement du Bélier; prenez une tablette convenable pour le tracé de ces heures, et déterminez-y le parallèle du Bélier, sur lequel vous prendrez la ligne AB, dont le point A sera le centre du gnomon.

Faites alors une échelle, dont la longueur, égale à celle de AB, soit divisée proportionellement à l'ombre de la cinquième heure; prenez sur cette échelle avec le compas les parties correspondant à l'ombre de la première heure, et, posant l'une des pointes en A, faites avec l'autre une marque sur la ligne AB; faites de même pour les ombres des autres heures, et par toutes ces marques menez des parallèles à l'horizontale, prolongées jusqu'aux deux ex-

trémités de la tablette ; ces lignes seront les limites des heures dans le lieu donné, et on les voit sur la figure.

TABLE

DES OMBRES DES HEURES [ÉGALES] DU COMMENCEMENT DU BÉLIER, POUR UN VERTICAL SUR LA MÉRIDIENNE DANS UN LIEU QUELCONQUE AVEC OU SANS LATITUDE.

HEURES.	OMBRE.	
	Doigts.	Minutes.
I...........	3	13
II...........	6	56
III...........	12	00
IV...........	20	47
V...........	44	47

Si le lieu pour lequel on veut faire cette construction a une latitude, déterminez les ombres verticales pour les amplitudes ortives des points, dont vous aurez divisé les arcs sémi-diurnes, dans le lieu donné d'heure égale en heure égale, et ordonnez le tout dans une table. Fig. 120.

Prenez ensuite une tablette convenable au tracé des heures égales dans le lieu donné, et telle que, quand on la posera droite sur la méridienne, l'ombre du gnomon soit dans tous les jours de l'année portée sur les heures que vous y aurez tracées.

Soit AB sa longueur et AC sa largeur : marquez le lieu du centre du plus long gnomon en E, et déterminez le parallèle équinoxial ED par la méthode déjà exposée ; prolongez indéfiniment ce parallèle vers D, et par le point E élevez sur le parallèle du Bélier une perpendiculaire, que vous prolongerez jusqu'au bord de la tablette :

cette ligne sera l'horizon de l'équateur et le commencement de la sixième des heures égales qui précèdent le midi vrai, si c'est dans le côté oriental; autrement ce sera le commencement de la septième heure après le midi vrai.

Prenez ensuite avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre de la première heure, savoir 3 doigts 13 minutes, et, posant l'une des pointes en E, faites avec l'autre sur le parallèle du commencement du Bélier les deux marques T K; prenez alors sur l'échelle avec le compas les parties correspondant à l'amplitude ortive de la limite de la première heure, et, posant l'une des pointes en E, faites avec l'autre sur l'horizontale, qui est AB, les deux marques L O; posez le bord d'une règle sur les deux points L T, et menez une droite du point T à l'extrémité de la tablette : cette droite sera celle à compter de laquelle jusqu'à midi vrai il y a cinq heures égales, et cela si elle est dans le côté oriental; car si elle est dans le côté occidental, ce sera le commencement de la sixième heure depuis midi vrai.

Observez ensuite si la ligne EO est plus courte que l'ombre verticale de l'amplitude ortive du commencement de l'Écrevisse; et, s'il en est ainsi, posez la règle sur les deux points KO, et menez une droite du point O vers l'extrémité de la tablette : cette droite sera celle de laquelle jusqu'à midi vrai il y a sept heures égales, et cela dans la partie orientale; mais dans la partie occidentale ce serait le commencement de la huitième heure depuis midi vrai.

Si la ligne E O est plus longue que l'ombre verticale de l'amplitude ortive du commencement de l'Écrevisse, négligez-la et continuez à tracer d'après cette méthode le reste des heures.

Observez qu'ici vous n'avez besoin des ombres des amplitudes ortives des limites des heures égales que parce que l'ombre du pôle ne peut tomber sur un plan parallèle au méridien.

La figure que nous donnons se rapporte au trentième degré de latitude septentrionale.

On peut se contenter de la table suivante pour déterminer les limites des heures parallèles à la ligne de l'horizon de l'équateur, ce qui est manifeste; et le tracé de la ligne de l'ashre ne présente aucune difficulté, d'après ce que nous avons dit dans le chapitre XIV.

TABLE

DES OMBRES DES LIMITES DES HEURES ÉGALES SUR L'HORIZON, A 30° DE LATITUDE SEPTENTRIONALE.

HEURES.	OMBRES.	
	Doigts.	Minutes.
I............	6	25
II............	13	49
III............	23	36
IV............	41	26
V............	87	36

CHAPITRE XVII.

CONSTRUCTION D'UN PARALLÈLE QUELCONQUE SUR UN PLAN PARALLÈLE AU CERCLE DU MÉRIDIEN ET DES LIMITES DE SES HEURES DE TEMPS, SANS EMPLOYER NI AZIMUT NI DISTANCE.

Quant au parallèle du Bélier, la manière de le décrire est manifeste; mais, pour décrire tout autre parallèle, il faut déterminer

d'abord par la méthode exposée dans le chapitre précédent, les limites de ses heures égales sur le plan proposé, et ensuite les ombres horizontales des limites des heures égales pour le parallèle dont on veut décrire les limites des heures de temps; or, quand les limites des heures égales sont décrites, et que les ombres horizontales des limites de ces heures égales propres au parallèle sont connues, le parallèle l'est aussi, d'après ce qui précède; et quand le parallèle est décrit et les ombres de ses heures de temps connues, le tracé des limites des heures de temps propres à ce parallèle ne présente aucune difficulté.

CHAPITRE XVIII.

CONSTRUCTION DES HEURES ÉGALES SUR UN PLAN PARALLÈLE AU CERCLE DU PREMIER VERTICAL, SANS EMPLOYER NI AZIMUT NI AUTRE PARALLÈLE QUE CELUI DU BÉLIER.

(Ce chapitre fait suite au chapitre XIV.)

Si on veut faire cette construction pour un lieu sans latitude, on suivra la méthode exposée dans le chapitre V de ce livre.

Fig. 121 et 122. Si le lieu donné a une latitude, prenez une tablette convenable, marquez-y le centre du gnomon, construisez votre échelle, et tracez le parallèle du Bélier sur le côté qui regarde de pôle caché et sur celui qui regarde le pôle visible, et que la ligne méridienne sur le côté qui regarde le pôle visible soit représentée par la ligne CD, et par la ligne AB sur le côté qui regarde le pôle caché; déterminez de plus les ombres horizontales pour les fins d'heure

du commencement du Bélier, ordonnez-les dans une table, et ajoutez-y l'ombre verticale de la hauteur du pôle dans le lieu pour lequel se fait la construction.

Après cela prolongez indéfiniment vers T la ligne AB, prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre [de la hauteur] du pôle, et posant l'une des pointes en A, qui est le centre du gnomon, faites avec l'autre pointe une marque sur la ligne AT, cette marque sera celle du pôle caché. Posez de même l'une des pointes du compas, dont vous aurez conservé l'ouverture, sur le point C, qui est [sur l'autre face] le centre du gnomon, et faites avec l'autre pointe une marque sur la ligne CD, cette marque sera celle du pôle visible.

Prenez alors avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre de la première heure du jour du commencement du Bélier, et, posant une des pointes sur le centre du gnomon de la face septentrionale, faites avec l'autre pointe une marque sur le parallèle du Bélier du côté oriental et une autre du côté occidental; posez le bord d'une règle sur le pôle septentrional et sur chacune de ces deux marques, et menez [par chacune] une droite prolongée jusqu'au bord de la tablette; après cela, l'ouverture du compas étant conservée, posez de même l'une des pointes sur le centre du gnomon de la face méridionale, et faites avec l'autre une marque sur le parallèle du Bélier vers l'orient et une autre marque vers l'occident; posez le bord de la règle sur le pôle du midi [et sur chacune de ces deux marques], et menez [pour chacune] une droite depuis l'horizontale jusqu'au bord de la tablette; faites de même pour le tracé des autres heures, et menez par le point du pôle nord parallèlement à la ligne horizontale une droite prolongée jusqu'aux deux bords de la tablette, cette ligne sera l'horizon de l'équateur, son côté occidental le commencement de la sixième heure égale avant midi vrai, et son côté oriental le commencement de la septième heure égale après midi vrai. Vous

savez de plus ce que vous avez à écrire sur les heures, et comment vous devez tracer la ligne de l'ashre.

Qu'on ne dise pas : vous avez avancé dans ce chapitre que vous n'aviez nullement besoin des azimuts, ce qui n'est pas juste, puisque vous y employez les ombres horizontales portées sur le plan du cercle du premier vertical, et que pour avoir ces ombres on a besoin des azimuts, comme il a été dit précédemment. Nous répondrons, qu'on n'a besoin [pour l'objet dont il est question] dans ce chapitre que des ombres du commencement du Bélier, portées sur ledit plan, et qu'on peut déterminer ces ombres sans se servir des azimuts, car il est démontré que le rapport du sinus de l'arc de révolution, lorsque le soleil est dans le commencement du Bélier, au sinus de la hauteur du soleil dans ledit plan, est égal au rapport de soixante [valeur du rayon] au sinus de la latitude du lieu. Ainsi, en multipliant le sinus de l'arc de révolution par le sinus de la latitude du lieu, et divisant le produit par soixante, le quotient sera le sinus de la hauteur, duquel sinus si l'on prend l'arc, l'ombre de cet arc sera la chose demandée, obtenue sans se servir aucunement des azimuts.

Exemple. On suppose la latitude du lieu de 30 degrés au nord, et on demande l'ombre de la première heure du jour du commencement du Bélier, dans un plan parallèle au cercle du premier vertical.

Nous prenons le sinus de l'arc de révolution pour le temps proposé, savoir 15 parties 32 minutes; nous le multiplions par le sinus de la latitude du lieu, savoir 30^{p}, et, divisant le produit par 60^{p}, nous aurons au quotient $7^{p}\,46'$ pour le sinus de la hauteur du soleil au temps et dans le plan proposés ; or, la hauteur qui répond à ce sinus est de $6^{\circ}\,26'$, et son ombre de $91^{d}\,59'$.

Ou, si vous aimez mieux, prenez le rapport du sinus de la latitude à 60, et multipliez par ce rapport le sinus de l'arc de révolution, le produit sera le sinus de la hauteur dans le plan proposé.

Dans cet exemple le rapport du sinus de la latitude à 60 est une demie.

La figure des heures que nous donnons pour ce chapitre est relative à une latitude septentrionale de 30 degrés, et la table de cette figure, qui est celle du commencement du Bélier pour ladite latitude septentrionale de 30 degrés, est la même que celle du chapitre V de ce livre.

CHAPITRE XIX.

CONSTRUCTION D'UN PARALLÈLE QUELCONQUE DANS UN PLAN PARALLÈLE AU CERCLE DU PREMIER VERTICAL, ET DES LIMITES DE SES HEURES DE TEMPS SANS EMPLOYER AUCUN AZIMUT.

Pour cela déterminez les ombres horizontales des heures égales et des heures de temps pour le parallèle que vous voulez décrire; ordonnez le tout dans une table, et opérez sur ces ombres suivant la méthode exposée dans le chapitre XVII. Le résultat sera la chose demandée, et vous aurez soin de déterminer très-exactement les parallèles qui tombent sur ce plan, comme nous l'avons dit précédemment.

CHAPITRE XX.

CONSTRUCTION DES LIMITES DES HEURES ÉGALES SUR UN PLAN PARALLÈLE A UN VERTICAL DÉCLINANT, SANS EMPLOYER D'AUTRES PARALLÈLES NI D'AUTRES AZIMUTS QUE LE PARALLÈLE DU BÉLIER ET SES AZIMUTS.

(Ce chapitre est une suite du chapitre XIV.)

Prenez une tablette convenable au tracé de ces heures; marquez-y le centre du gnomon, l'horizontale, la ligne de midi vrai et le parallèle du Bélier, de la manière indiquée précédemment; déterminez ensuite les distances des heures du jour du Bélier pour la tablette sur laquelle se fait le tracé; ordonnez cela dans une table et ajoutez-y l'ombre du pôle sur le plan auquel se rapporte votre construction.

Or, voici la manière de trouver l'ombre du pôle sur ces plans.

Multipliez le sinus du complément de la hauteur du pôle sur l'horizon du lieu dont vous voulez tracer les heures, par le sinus de la déclinaison du plan sur lequel vous faites ce tracé, et divisez le produit par 60, le quotient sera le sinus de la hauteur du pôle sur le plan de construction; déduisez l'arc de ce sinus, et prenez l'ombre horizontale de cet arc, ce sera la chose demandée.

Après cela, prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre du pôle, et, posant l'une des pointes sur le centre du gnomon du côté [du plan] qui regarde le pôle caché,

faites avec l'autre une marque sur la ligne méridienne au-dessus de l'horizontale, cette marque sera celle du pôle caché.

Posez de même l'une des pointes, l'ouverture du compas restant la même, sur le centre du gnomon du côté septentrional qui regarde le pôle visible, et faites avec l'autre pointe une marque sur la méridienne au-dessous de l'horizontale, cette marque sera celle du pôle visible.

AUTRE MANIÈRE DE DÉTERMINER LE PÔLE.

Multipliez par elle-même la distance de la méridienne au centre du gnomon, ajoutez 144 au produit, prenez la racine de la somme, multipliez-la par l'ombre verticale de la hauteur du pôle sur l'horizon du lieu dont vous tracez les heures, divisez le produit par 12, le quotient sera la distance du pôle à l'horizontale; prenez sur l'échelle les parties correspondant à cette distance, et, posant l'une des pointes du compas sur la commune section de l'horizontale et de la méridienne, faites avec l'autre pointe une marque sur la méridienne au-dessus de l'horizontale, sur la face qui regarde le pôle caché; et au-dessous de l'horizontale, sur la face qui regarde le pôle visible : vous aurez ainsi les marques du pôle.

AUTRE MANIÈRE.

Menez par le centre du gnomon une droite perpendiculaire au parallèle du commencement du Bélier, prolongez cette ligne indéfiniment des deux côtés : le point où elle coupera la méridienne sera le lieu du pôle, parce que cette ligne est la méridienne de l'horizon auquel le gnomon est perpendiculaire, [et que toutes les méridiennes se rencontrent au pôle].

Si l'on a dit que cette dernière méthode ne peut servir pour la

face qui regarde le pôle visible, parce que sur cette face le parallèle du Bélier est indéterminé, attendu que sa détermination dépend de deux points, dont l'un est le point de son lever ou de son coucher, et l'autre le point de son midi vrai, et que l'un de ces deux points, savoir celui du midi vrai, ne peut être sur la face dont il s'agit; nous avons répondu qu'on peut déterminer le parallèle du Bélier sans employer le point de midi vrai, et cela par le point du lever ou du coucher et par celui du maximum de dépression, ce qui est évident.

Le pôle étant marqué, déterminez par la distance les limites des heures du jour du Bélier sur son parallèle et sur les deux faces; après quoi posez le bord d'une règle sur le pôle et sur chaque limite successivement, et menez une droite de l'horizontale à l'extrémité de la tablette, et si après cela vous avez besoin de quelqu'une des heures du plus long jour, prolongez le parallèle du Bélier, selon sa direction et au-dessus de l'horizontale, et marquez sur la partie prolongée les limites des heures qui vous manquent, le surplus est manifeste; et vous écrirez les nombres convenables sur les heures, et tracerez la ligne de l'ashre, ainsi que tout autre parallèle, avec les limites des heures de temps, de la manière indiquée précédemment.

Fig. 123 et 123.' La figure que nous donnons est pour les deux faces méridionale et septentrionale d'un [plan] déclinant de 45 degrés dans le cadran sud-ouest, pour un lieu situé à 30 degrés de la latitude septentrionale.

TABLE

DE DISTANCES DES HEURES DU COMMENCEMENT DU BÉLIER SUR LA FACE OCCIDENTALE, AVEC L'OMBRE DU PÔLE.

HEURES.	DISTANCE.	
	Doigts.	Minutes.
Fin du jour....	12	00
XII..........	9	10
XI...........	6	37
X............	4	00
IX...........	00	51
VIII.........	3	36
VII..........	12	00
Pôle.........	15	28

CHAPITRE XXI.

CONSTRUCTION DES LIMITES DES HEURES ÉGALES SUR LES PLANS INCLINÉS QUI N'ONT PAS DE DÉCLINAISON A L'ÉGARD DE LA MÉRIDIENNE, SANS EMPLOYER DE PARALLÈLES NI D'AZIMUTS AUTRES QUE LE PARALLÈLE DU BÉLIER SEULEMENT.

Prenez une tablette convenable et déterminez les ombres horizontales pour les heures du jour du commencement du Bélier sur

le plan incliné dont il s'agit, et par les méthodes déjà exposées; ordonnez ces ombres dans une table et ajoutez-y l'ombre de la hauteur du pôle sur votre horizon; marquez aussi sur la tablette l'horizontale, le centre du gnomon parallèle à l'horizon, le centre du gnomon perpendiculaire, le *maskhath-al-hhajar*, le parallèle du commencement du Bélier, les limites de ses heures et le pôle visible, lequel se détermine au moyen de l'ombre du gnomon de l'ombre horizontale sur la ligne méridienne.

Après cela, posez le bord d'une règle sur le pôle visible et sur chacune des limites des heures du jour du commencement du Bélier; menez des droites du pôle à l'horizontale; et, s'il vous manque une partie du plus long jour, prolongez le parallèle du Bélier au-dessus de l'horizontale et prenez sur sa prolongation ce dont vous avez besoin : le reste de l'opération est
Fig. 125. manifeste.

Si vous voulez poser le gnomon perpendiculaire, faites-le; ou, si vous préferez le gnomon parallèle à l'horizon, déterminez sa grandeur et ajustez-le comme nous l'avons expliqué.

Nous donnons ici la figure du côté occidental de l'incliné à 45° vers l'orient, sans déclinaison à l'égard de la méridienne, pour un lieu situé à 30 degrés de latitude septentrionale. On n'éprouvera aucune difficulté à tracer la ligne de *l'ashre* et tel parallèle que ce soit, non plus que les limites de ses heures de temps.

TABLE.

COMMENCEMENT DU BÉLIER.		
HEURES.	DISTANCE.	
	Doigts.	Minutes.
I............	1	27
II	3	27
III.	6"	00
IV...........	10	23
V............	22	20
VI...........	6	56
Ombre du pôle..	20	47

CHAPITRE XXII.

CONSTRUCTION DES LIMITES DES HEURES ÉGALES SUR LES PLANS DONT IL S'AGIT DANS LE CHAPITRE PRÉCÉDENT, SANS EMPLOYER D'AUTRES PARALLÈLES NI D'AUTRES AZIMUTS QUE LE PARALLÈLE DU BÉLIER ET SES AZIMUTS SEULEMENT.

Pour cela, déterminez les distances des heures du commencement du Bélier, savoir celles qui ont lieu dans le vertical sur la ligne méridienne, et marquez le parallèle du Bélier et les limites de ses heures au moyen de la distance; marquez de même le

pôle : le reste de l'opération est manifeste, d'après ce qui précède. Le tracé de *l'ashre* ne présente pas de difficulté, non plus que celui de quelque parallèle que ce soit, ni des limites de ses heures de temps sans azimut, ou par l'azimut sans ombre employée.

CHAPITRE XXIII.

CONSTRUCTION DES LIMITES DES HEURES ÉGALES SUR LES PLANS INCLINÉS QUI N'ONT PAS DE DÉCLINAISON A L'ÉGARD DE LA LIGNE D'EST ET OUEST, SANS EMPLOYER D'AUTRES PARALLÈLES NI D'AUTRES AZIMUTS QUE LE PARALLÈLE DU BÉLIER SEULEMENT.

Pour cela, déterminez les ombres horizontales pour les heures du commencement du Bélier dans le plan dont il s'agit; marquez-y l'horizontale, le centre des deux gnomons, le pôle, le parallèle du Bélier et les limites de ses heures; le reste de l'opération est manifeste, et le tracé de *l'ashre* ne présente aucune difficulté, non plus que celui des parallèles et des limites de leurs heures de temps, sans qu'il soit besoin de se servir de l'ombre employée tant avec l'azimut que sans azimut. On est libre de poser ensuite un gnomon perpendiculaire ou un gnomon parallèle à l'horizon, et tout cela, à cause de son évidence, n'a pas besoin d'exemple.

CHAPITRE XXIV.

CONSTRUCTION DES LIMITES DES HEURES ÉGALES SUR DES PLANS INCLINÉS DÉCLINANT A L'ÉGARD DE LA MÉRIDIENNE ET DE LA LIGNE D'EST ET OUEST.

Pour cela, déterminez les ombres horizontales pour les heures du commencement du Bélier sur le plan dont il s'agit, ainsi que l'ombre de la hauteur du pôle sur ce plan; ordonnez le tout dans une table, et marquez sur la tablette le parallèle du Bélier, les limites de ses heures et le pôle : le reste de l'opération est manifeste.

Le tracé de *l'ashre* ne présente aucune difficulté, non plus que celui des parallèles et des limites de leurs heures de temps, sans se servir d'ombre employée avec ou sans azimut; et tout cela est trop facile pour avoir besoin d'exemple.

CHAPITRE XXV.

DÉTERMINER POUR LE PARALLÈLE D'UN POINT QUELCONQUE DE L'ÉCLIPTIQUE LA MANIERE DONT IL EST TRACÉ [SUR LE PLAN DE L'HORIZON] PAR [LA LIGNE DE] L'OMBRE, ET SI CETTE TRACE EST UN CERCLE, UNE ELLIPSE, UNE PARABOLE OU UNE HYPERBOLE.

Le parallèle d'un point donné de l'écliptique est, 1° ou entièrement visible sur l'horizon, 2° ou tout à fait caché au-dessous, 3° ou en partie visible ou en partie caché.

Dans le premier cas, le parallèle proposé est ou parallèle ou tangent à l'horizon, ou il n'est ni parallèle ni tangent à l'horizon; et pour le premier de ces trois états la trace de l'ombre est un cercle, pour le second une parabole, et pour le troisième une ellipse[1].

Dans le second cas il ne peut y avoir aucune trace de l'ombre sur l'horizon, et dans le troisième cas il y a deux choses à considérer: ou le parallèle est un grand cercle, ou il ne l'est pas; si c'est un grand cercle, la trace de l'ombre est une ligne droite, sinon c'est une hyperbole.

CHAPITRE XXVI.

DÉTERMINATION DU PARAMÈTRE DU PARALLÈLE PARABOLIQUE, EN QUELQUE LIEU QUE CE SOIT.

Lorsque vous aurez reconnu que le parallèle d'un point quelconque de l'écliptique se projette sur un horizon quelconque en parabole, et que vous voudrez connaître le côté droit[2] [ou *paramètre*] de cette parabole, prenez le cosinus de la déclinaison de ce point, doublez ce cosinus, faites le carré de la somme; multipliez ce carré par le diamètre de l'ombre du midi vrai de ce point sur l'horizon donné, divisez le produit par le carré du

[1] Le texte porte « pour le troisième *une hyperbole, et pour le quatrième* une ellipse. » Nous supprimons les mots soulignés *une hyperbole et pour le quatrième*, parce qu'il n'y a d'hyperbole tracée dans aucun des cas dont il s'agit, et qu'en outre il n'y a que trois cas et non pas quatre.

[2] C'est l'ancienne dénomination du paramètre, et les Arabes l'ont conservée. S.

demi-diamètre du cercle du méridien, savoir par 3600 : le quotient sera le [paramètre] demandé.

Exemple. On demande le paramètre du parallèle du commencement de l'Écrevisse dans un lieu dont la latitude est égale au complément de l'obliquité de l'écliptique, lequel parallèle à cette latitude a pour trace une parabole.

Prenez le sinus du complément de la déclinaison de l'écliptique, savoir $54^{p}\ 59^{m}$; doublez-le, carrez la somme, multipliez ce carré par le diamètre de l'ombre de midi vrai du commencement de l'Écrevisse à la latitude proposée, savoir par 16 doigts 21 minutes; divisez le produit par 3600, le quotient sera le paramètre du parallèle de l'Écrevisse à la latitude proposée, en supposant le gnomon de 12 doigts, et ce sera $54^{d}\ 55^{m}$.[1] Observez cela, et suivez cette méthode pour tous les exemples qu'on pourrait vous proposer.

CHAPITRE XXVII.

DÉTERMINATION DU PARAMÈTRE DU PARALLÈLE HYPERBOLIQUE ET DE SON PREMIER AXE, EN QUELQUE LIEU QUE CE SOIT.

Quand vous savez que le parallèle d'un point quelconque de l'écliptique a pour trace une hyperbole sur un horizon quelconque,

[1] Le manuscrit porte $54^{d}\ 57'$; la vérification du calcul nous donne $54^{d}\,.\ 55' - \frac{13'}{3600}$.

$$2\,(54\,.\,59) = 109\,.\,58.$$

$$(109\,.\,58)^{2} = 12992\,.\,13'\,.\,4''$$

$$12{,}092\,.\,13\,.\,4 \times 16\,.\,21 = 197{,}699\,.\,47'\ 12''\,.\,48''',$$

négligeant les secondes du dividende.

si vous voulez connaître son paramètre, l'horizon proposé ayant une latitude,

Multipliez le sinus de la latitude de l'horizon par le sinus de la déclinaison du point de l'écliptique, et divisez le produit par le cosinus de la latitude de l'horizon : le quotient sera l'équation.

Prenez le cosinus de la déclinaison du point de l'écliptique, et écrivez-le deux fois; puis ajoutez l'équation à l'un des deux et retranchez-la de l'autre, vous aurez deux résultats : multipliez l'un par l'autre et conservez le produit (A).

Ensuite multipliez l'équation par 60 et divisez le produit par le sinus de la latitude de l'horizon; vous aurez un quotient que vous multiplierez par lui-même, et vous conserverez ce produit (B).

Observez alors si la hauteur méridienne du point de l'écliptique et celle de son nadir sont d'un même côté du zénith ou non; si le premier cas a lieu, prenez la différence des deux ombres de leur midi vrai, cette différence sera égale au premier axe [à la lettre, diamètre conjugué]; si c'est le second cas qui a lieu, ajoutez les ombres des deux midi vrais, et leur somme sera le premier axe.

Après cela multipliez le premier conservé (A) par le premier axe, et divisez le produit par le second conservé (B) : le quotient sera le paramètre du parallèle dans le lieu proposé.

Exemple. On demande le paramètre du parallèle du commencement de l'Écrevisse, pour un lieu situé à 30 degrés de latitude septentrionale, lequel parallèle se projette en ce lieu hyperboliquement.

Multipliez 30 ^{p}, sinus de la latitude du lieu, par 24 ^{p}, sinus de la déclinaison du commencement de l'Écrevisse, et divisez le pro-

[illegible] $= 54 . 55' -$ [illegible] $= 54 . 54' . 59'' . 59''' . 47''''$.

Le paramètre étant connu, comme le sommet de la courbe est donné par l'extrémité de l'ombre du midi vrai, le jour du commencement de l'Écrevisse à la latitude proposée; il est aisé de décrire la parabole qui est la trace de l'ombre sur le plan horizontal. S.

duit par le cosinus de la latitude : le quotient sera l'équation, qui est 13ᵖ 51'.

Ecrivez deux fois le cosinus de la déclinaison du commencement de l'Écrevisse, lequel est de 55ᵖ 00' environ ; ajoutez à l'un des deux 13ᵖ 51', et retranchez de l'autre la même quantité, le premier deviendra 68ᵖ 51' et le second 41ᵖ 9'; multipliez 68ᵖ 51' par 41ᵖ 9', et conservez le produit, qui est de 166,991 minutes : ce sera le premier conservé.

Ensuite, multipliez l'équation 13ᵖ 51' par 60 et divisez le produit par le sinus de la latitude du lieu, vous aurez au quotient 27ᵖ 42'; multipliez ce nombre par lui-même, et conservez le produit, qui est de 46,037 minutes [ce sera le second conservé].

Alors prenez la différence entre l'ombre de midi vrai du commencement du Capricorne et celle de midi vrai du commencement de l'Écrevisse, parce qu'à la latitude proposée, la hauteur méridienne du commencement du Capricorne et celle du commencement de l'Écrevisse sont de même dénomination, vous aurez 14 doigts 55 minutes, et ce sera la valeur du premier axe du parallèle du commencement de l'Écrevisse à la latitude proposée.

Actuellement, multipliez le premier axe par le premier conservé et divisez le produit par le second conservé : le quotient 55 doigts 3 minutes sera le paramètre dudit parallèle du commencement de l'Écrevisse à ladite latitude.

AUTRE MÉTHODE.

L'opération qui donne le premier axe restant la même :

Divisez le diamètre du parallèle du soleil par le sinus de la latitude proposée, et retranchez le carré du quotient du carré du cosinus de la déclinaison du point de l'écliptique dont il s'agit, et conservez ce résultat.

Ensuite, divisez le sinus de la déclinaison du même point par le cosinus de la latitude proposée, carrez le quotient et conservez-le [carré].

Après cela, multipliez le premier axe par le premier conservé et divisez le produit par le second conservé, le quotient sera le paramètre demandé.

Si le lieu [ou l'horizon] proposé n'a pas de latitude :

Multipliez par lui-même le cosinus de la déclinaison du point de l'écliptique, le produit sera le premier conservé.

Multipliez par lui-même le sinus de la déclinaison du même point, ce produit sera le second conservé ; le reste de l'opération se fait comme ci-dessus.

Le premier axe correspondant au paramètre d'un parallèle quelconque, à une latitude quelconque, est le même que le premier axe et le paramètre du parallèle diamétralement opposé au premier à la même latitude ; par exemple, le premier axe et le paramètre du commencement de l'Écrevisse à quelque latitude que ce soit est le même que le premier axe et le paramètre du parallèle du commencement du Capricorne à la même latitude.

CHAPITRE XXVIII.

DÉTERMINATION DU PARAMÈTRE ET DU PREMIER AXE D'UN PARALLÈLE ELLIPTIQUE A QUELQUE LATITUDE QUE CE SOIT.

Lorsque vous saurez que le parallèle d'un point quelconque de l'écliptique a pour trace une ellipse à une latitude donnée, et que vous voudrez en avoir le paramètre et le premier axe à cette latitude, multipliez le sinus de la latitude par le sinus de la déclinaison du point, et divisez le produit par le cosinus de la latitude du lieu : vous aurez un quotient que vous écrirez deux fois, et vous

ajouterez à l'un des deux le cosinus de la latitude et le retrancherez de l'autre; après quoi vous multiplierez l'un par l'autre les deux résultats, et vous nommerez ce produit premier conservé.

Multipliez le sinus de la déclinaison du point par 60 et divisez le produit par le cosinus de la latitude du lieu, vous aurez un quotient que vous multiplierez par lui-même, et le carré sera le second conservé.

Après quoi ajoutez l'ombre de la plus grande hauteur méridienne du point à l'ombre de sa plus petite hauteur méridienne, la somme sera le premier axe.

Alors multipliez le premier conservé par le premier axe et divisez le produit par le second conservé, le quotient sera le paramètre demandé.

Exemple On demande le paramètre du parallèle du commencement de l'Écrevisse dans un lieu situé à 78° 28′ de latitude septentrionale; [la trace de] ce parallèle à cette latitude étant une ellipse.

Multipliez 58ᵖ 47′, sinus de la latitude du lieu, par 24ᵖ 00′, sinus de la déclinaison du commencement de l'Écrevisse; divisez le produit par 12ᵖ 00′, cosinus de la latitude du lieu, et écrivez deux fois le quotient 117ᵖ 34′; puis ajoutez à l'un le cosinus de la déclinaison du commencement de l'Écrevisse, qui est de 55ᵖ 00′ environ, et retranchez-le de l'autre: vous aurez pour résultat, d'une part 172ᵖ 34′, et d'autre part 62ᵖ 34′; multipliez ces deux résultats l'un par l'autre, et nommez premier conservé le produit 647,815 minutes.

Multipliez ensuite le sinus de la déclinaison du commencement de l'Écrevisse par 60, et divisez le produit par le cosinus de la latitude du lieu, le quotient sera 120; multipliez ce quotient par lui-même, et nommez second conservé le produit 14,400 minutes.

Après cela, ajoutez 17 doigts 4 minutes, ombre de la plus grande hauteur méridienne du commencement de l'Écrevisse à la latitude

proposée, à $56^d\ 13'$, ombre de sa plus petite hauteur méridienne à la même latitude, la somme $73^d\ 17'$ sera la valeur du premier axe [de l'ellipse].

Multipliez ce premier axe par le premier conservé, et divisez le produit par le second conservé, le quotient $54^d\ 57'$ sera la valeur du paramètre.

Traitez de même tous les exemples qui pourraient vous être proposés.

CHAPITRE XXIX.

CONSTRUIRE LE PARALLÈLE DE QUELQUE POINT DE L'ÉCLIPTIQUE QUE CE SOIT DANS UN LIEU QUELCONQUE, SANS EMPLOYER NI AZIMUTS, NI PARALLÈLES, NI D'AUTRE OMBRE QUE CELLE DU MIDI VRAI SEULEMENT.

Lorsqu'on veut tracer le parallèle d'un point de l'écliptique, ou ce point n'a pas de déclinaison ou il a une déclinaison.

Dans le premier cas, le tracé du parallèle sans employer aucune de ces choses est manifeste.

Dans le second cas : si le lieu pour lequel se fait la construction est à $90°$ de latitude, le tracé du parallèle sans employer aucune des mêmes choses est également manifeste; mais si le lieu donné n'a pas de latitude, ou qu'il en ait une au-dessous de $90°$, il faut alors que le parallèle que vous voulez construire ait pour trace sur cet horizon, ou une parabole ou une hyperbole, ou une ellipse.

En premier lieu [la projection est ici une parabole], déterminez

son paramètre, et fixant la longueur du gnomon, construisez l'échelle comme il a été dit précédemment, et que la ligne méridienne soit représentée sur la tablette où l'on veut tracer le parallèle par la ligne EB, le centre du gnomon étant en A. Fig. 125.

Prenez sur EB la valeur de l'ombre du midi vrai du point dont vous voulez tracer le parallèle, et qu'elle soit AE.

Menez par le point E, perpendiculairement à EB, la droite SO, prolongée indéfiniment de part et d'autre.

Prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant au paramètre du parallèle que vous voulez décrire, et, posant l'une des pointes en E, faites avec l'autre une marque au point C sur la ligne EB; puis divisez CB en parties égales à la ligne CE.

Après cela, subdivisez chacune des divisions de EB en aussi petites parties que faire se pourra, et par les limites des subdivisions menez des droites parallèles à SO, ces droites seront les lignes de direction.

Ouvrez le compas d'une quantité égale à CE, c'est-à-dire au paramètre, et posant l'une des pointes sur l'extrémité de la première des subdivisions de EB, savoir en F, faites avec l'autre pointe sur la ligne FB une marque en X, laquelle se trouvera à l'extrémité d'une des autres subdivisions de EB; divisez ensuite la ligne EX en deux parties égales, et du point de division comme centre, avec un rayon égal à sa distance au point E, décrivez une circonférence de cercle qui coupera la ligne de direction menée du point F aux deux points TH, par lesquels et par le point E devra passer le parallèle que vous voulez décrire.

Prenez de même avec le compas la grandeur du paramètre, et posant l'une des pointes sur l'extrémité de la seconde subdivision de EB, c'est-à-dire au point Q, faites avec l'autre pointe sur la ligne QB la marque R, qui se trouvera à l'extrémité d'une des subdivisions de EB; divisez ensuite RE en deux parties égales, et du point de division comme centre, avec un rayon égal à sa dis-

tance au point E, décrivez un cercle occulte dont la circonférence coupera la ligne de direction passant par le point Q aux deux points K et G, par lesquels doit passer le parallèle que vous voulez décrire.

Prenez de même avec le compas la grandeur du paramètre, et, posant l'une des pointes sur l'extrémité de la troisième subdivision de EB, savoir en H', faites avec l'autre pointe sur la ligne H'B la marque X', qui se trouvera à l'extrémité d'une des subdivisions de EB; partagez en deux parties égales la ligne X'E, et du point de division, comme centre, avec un rayon égal à sa distance au point E, décrivez un cercle occulte dont la circonférence rencontrera la ligne de direction qui passe par H' en deux points LD, par lesquels passera le parallèle que vous voulez décrire.

Faites de même pour les autres subdivisions de EB, et joignez chaque point marqué sur les lignes de direction à celui qui le suit immédiatement : la ligne formée par tous ces traits partiels de jonction sera une partie du parallèle que vous aviez à tracer. Si cette partie suffit, arrêtez-vous là; mais si elle ne suffit pas pour l'objet que vous vous proposez, prolongez la ligne EB, et, menant de nouvelles lignes de direction, continuez l'opération jusqu'à ce que vous ayez la partie du parallèle qui vous est nécessaire : car on peut le prolonger indéfiniment, comme on le démontre dans les *coniques*. Ce parallèle parabolique est, dans cet exemple, celui du commencement de l'Écrevisse à 66° 25' de latitude, c'est-à-dire à la latitude qui est égale au complément de l'obliquité de l'écliptique, et à laquelle le parallèle [céleste] de l'Écrevisse est tangent à l'horizon.

Fig. 126. En second lieu [c'est-à-dire si la trace du parallèle céleste est hyperbolique], déterminez son paramètre et son premier axe, et fixant la longueur du gnomon, construisez votre échelle; et que la ligne de midi vrai sur la tablette sur laquelle vous voulez tracer ce parallèle soit AB.

Prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant au premier axe, et posant l'une des pointes en A faites avec l'autre pointe sur la ligne AB la marque C, et par le point C menez une droite perpendiculaire à la ligne AB, prolongée indéfiniment d'un côté. Ensuite prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant au paramètre, posez l'une des pointes en C, et avec l'autre faites une marque D sur la ligne menée du point C et prolongée indéfiniment d'un côté; puis menez par les deux points A et D une droite prolongée indéfiniment vers D, et sur laquelle vous prendrez AE.

Divisez CB en aussi petites parties que faire se pourra, et menez par les limites de ces divisions des droites parallèles à CD et prolongées indéfiniment des deux côtés; ces droites seront les lignes de direction.

Ouvrez alors le compas d'une quantité égale à CG, première subdivision de CB, et posant l'une des pointes en H, point d'intersection de la ligne de direction qui passe par le point G et de la ligne AE, faites avec l'autre pointe sur la ligne de direction la marque H′ [au delà de H]; sur GH′, comme diamètre, décrivez un demi-cercle GIH′, et menez par H la ligne HI, parallèle à AB, qui coupe la circonférence en I. Ouvrez le compas d'une quantité égale à HI, et, posant l'une des pointes en G, décrivez avec l'autre un cercle occulte, dont la circonférence coupera la ligne de direction menée par le point G en deux points K et F, par lesquels et par le point C passera le parallèle que vous voulez décrire.

Après cela ouvrez le compas d'une quantité CL égale aux deux premières subdivisions de CB, et posant l'une des pointes en M, point d'intersection de la ligne de direction menée par le point L et de le ligne AE, faites avec l'autre pointe une marque N sur cette ligne de direction; puis construisez sur LN le demi-cercle LSN, et par le point M menez parallèlement à AB la droite MS, qui

rencontre en S la circonférence LSN; ouvrez le compas d'une quantité égale à MS, et posant l'une des pointes en L, décrivez avec l'autre un cercle occulte dont la circonférence coupera la ligne de direction menée par le point L aux deux points O et Q, par lesquels passera aussi le parallèle que vous voulez décrire.

Ensuite ouvrez le compas d'une quantité CT, égale aux trois premières subdivisions de CB, posez l'une des pointes en R, point d'intersection de la ligne de direction menée par le point T et de la ligne AE, et faites avec l'autre la marque R′ sur cette ligne de direction. Sur TR′ décrivez le demi-cercle TS′R′, et par le point R menez parallèlement à AB la droite RS′, qui rencontre en S′ la circonférence TS′R′; ouvrez le compas d'une quantité égale à RS′, et, posant l'une des pointes en T, décrivez avec l'autre un cercle occulte dont la circonférence coupera la ligne de direction menée par le point T aux deux points O′Q′, et le parallèle que vous voulez décrire passera aussi par ces deux points.

Faites de même pour les autres subdivisions de CB, et vous joindrez successivement toutes les marques faites sur les lignes de direction: la ligne formée de tous les traits partiels de jonction sera une partie du parallèle demandé.

Si cette partie suffit pour l'objet que vous vous proposez, vous terminerez ici votre construction; mais si elle ne suffit pas, vous prolongerez la ligne CB et vous mènerez de nouvelles lignes de direction pour continuer votre construction, jusqu'à ce que vous ayez du parallèle la portion qui vous est nécessaire, car il peut être prolongé indéfiniment, comme on le démontre dans les *coniques*.

Le parallèle hyperbolique que vous venez de construire est celui du commencement du Capricorne à 30° de latitude septentrionale, et le parallèle opposé est celui du commencement de l'Écrevisse à la même latitude.

Le milieu de la ligne AC se nomme le centre des deux pa-

rallèles et il divise en deux parties égales toute ligne droite qui le traverse et aboutit par ses extremités à chacun des deux parallèles.

En troisième lieu (c'est-à-dire si la projection du parallèle est elliptique), déterminez son paramètre et son premier axe, et, fixant la longueur du gnomon, construisez votre échelle, et que la ligne de midi vrai, sur la tablette sur laquelle vous voulez tracer le parallèle, soit la ligne AB. Fig. 127.

Prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant au premier axe; faites avec l'autre pointe, sur la ligne AB, la marque C, la ligne AC sera le premier axe. Menez par le point A perpendiculairement à AC une droite prolongée indéfiniment. Ensuite prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant au paramètre, et, posant l'une des pointes en A, faites avec l'autre pointe la marque D sur la ligne menée du point A et prolongée indéfiniment; la ligne AD sera le paramètre.

Joignez CD et divisez AC en aussi petites parties que faire se pourra; puis menez par les limites de ces parties des droites parallèles à AD, et prolongées indéfiniment de part et d'autre, ces droites seront les *lignes de direction.*

Ouvrez le compas d'une quantité égale à AE, et, posant l'une des pointes en G, faites avec l'autre une marque H sur la ligne de direction menée par le point E. Sur EH [comme diamètre], décrivez un demi-cercle ETH; par le point G, menez parallèlement à AB une droite qui rencontre ce demi-cercle en T, ouvrez le compas de la quantité GT; posez l'une des pointes en E et avec l'autre pointe décrivez un arc occulte qui coupera la ligne de direction en K et L: le parallèle que vous voulez décrire passera par ces deux pointes K, L et par le point A.

Après cela ouvrez le compas d'une quantité égale à la première et à la seconde partie de AC, savoir AF, et posant l'une des pointes en M, intersection de la ligne CD et de la ligne de di-

rection menée par le point F, faites avec l'autre pointe la marque N sur la ligne de direction; décrivez sur F N le demi-cercle F S N, et par le point M menez parallèlement à A B une droite qui coupera ce demi-cercle au point S; ouvrez le compas de la quantité M S, et, posant l'une des pointes en F, décrivez avec l'autre pointe un arc occulte qui coupera la ligne de direction menée par le point F en O et V, et le parallèle que vous voulez décrire passera par ces deux points.

Faites de même pour le reste des divisions de A C, jusqu'à la dernière, et joignez successivement tous les points par lesquels doit passer le parallèle : la ligne composée de tous les traits partiels de jonction sera le parallèle demandé.

Le parallèle elliptique ne peut pas être prolongé indéfiniment comme les parallèles parabolique et hyperbolique, mais il est nécessairement terminé.

Le point milieu de A C est le centre de ce parallèle, et il divise en deux parties égales toute ligne qui le traverse et qui se termine par ces deux extrémités à la circonférence du parallèle.

Le parallèle elliptique que nous venons de construire est celui du commencement de l'Écrevisse sur un plan parallèle à l'horizon, dont la latitude est de 78° 28′.

CHAPITRE XXX.

COMMENT ON TRACE LES HEURES SUR LA SURFACE CONVEXE D'UN CYLINDRE PERPENDICULAIRE A L'HORIZON.

Fig. 128. Déterminez les ombres verticales et leurs azimuts pour les heures du commencement du Capricorne et du commencement

de l'Écrevisse, ou pour le commencement de tous les signes, selon le degré de précision que vous voudrez obtenir; ordonnez le tout dans une table, et supposez que la circonférence du cylindre représente celle de l'horizon.

Divisez-la en trois cent soixante parties égales, et, au moyen de deux diamètres qui se coupent à angles droits, marquez-y les vrais points d'Est, Ouest, Nord et Sud.

Menez par le point Sud A une droite occulte sur la surface du cylindre de la tête à la base; contruisez une échelle dont la longueur soit égale à celle de cette ligne ou à une partie seulement, et divisez le bord de cette échelle d'après le nombre des doigts compris dans l'ombre la plus longue de la table.

Tracez ensuite le parallèle du commencement du Capricorne de la manière suivante :

Marquez sur la circonférence de l'horizon [l'horizontale] deux points, l'un sur l'amplitude ortive du commencement du Capricorne et l'autre sur son amplitude occase : le premier point marquera le commencement du jour du Capricorne, et le second en marquera la fin.

Menez par l'extrémité de l'azimut du commencement de la première heure du même jour une droite occulte sur la surface du cylindre de la tête à la base, et faites de même pour l'azimut du commencement de la douzième heure; ensuite prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre du commencement de la seconde heure dudit jour, et, posant l'une des pointes sur l'horizontale à l'azimut du commencement de cette seconde heure, faites avec l'autre pointe une marque sur la ligne droite menée par cet azimut : cette marque sera celle du commencement de la seconde heure du jour proposé.

Posez de même la pointe du compas dont vous devez conserver l'ouverture sur l'horizontale à l'azimut du commencement de la douzième heure, et faites avec l'autre pointe une marque sur la

ligne droite menée par cet azimut : ce sera la marque du commencement de la douzième heure dudit jour proposé.

Tracez de la même manière les marques des autres heures du jour du commencement du Capricorne, et celles des heures du jour du commencement de l'Écrevisse et de toute autre partie des signes que vous jugerez convenable; puis joignez successivement toutes ces marques, comme on a coutume de le faire.

Le parallèle du commencement du Bélier sur le cylindre n'est jamais une ligne droite, si ce n'est seulement dans les lieux qui n'ont pas de latitude.

Lorsqu'un point de l'elliptique passe au zénith d'un lieu quelconque, la ligne du commencement de la septième heure n'est pas entièrement comprise sur la surface du cylindre construit pour ce lieu ; et pour suppléer à ce défaut on se sert d'une règle de cuivre ou de bois dur dont la longueur est la même que celle du gnomon dont nous donnerons la description, ou un peu plus grande.

Fig. 128 A. On trace sur le milieu de la largeur de cette règle une ligne droite, puis on la pose sur la base du cylindre, de manière que la ligne tracée passe par le centre de cette base et par l'extrémité de la ligne méridienne, c'est-à-dire celle de la ligne du commencement de la septième heure qui est sur la même base; ensuite on l'attache solidement à la base et on y marque le *maskhath-al-khajar* [N] de l'extrémité du gnomon.

La construction de la ligne de l'*ashre* ne présente aucune difficulté, non plus que celle des heures égales si on veut les tracer.

Fig. 128 B. Faites après cela un gnomon de cuivre de la forme indiquée dans la figure, et dont un des bords passe par le centre du trou qu'on y pratiquera, et fixez-le sur l'horizontale de manière que le centre du trou réponde au centre de l'horizontale au moyen d'un pivot; posez-le de manière qu'il puisse faire sur le pivot un tour entier, et que sa partie saillante hors de la circonférence du cy-

lindre soit égale à douze des parties de l'échelle; après cela, dressez le cylindre sur l'horizon de façon que chacun des côtés [les quatre points cardinaux] du cylindre soit dans la direction du même côté de l'horizon; puis suspendez à la partie saillante du [gnomon] un à-plomb, dont le fil touche la surface du cylindre ou en soit très-près; et lorsque vous voudrez savoir l'heure qu'il est, tournez le gnomon jusqu'à ce que son ombre tombe sur le fil à plomb; l'heure sur laquelle tombera l'extrémité de l'ombre du gnomon sera l'heure actuelle, et le lieu de l'horizontale auquel répondra le bord du gnomon qui tourne sur le pivot marquera l'azimut du soleil au même instant.

La figure est construite pour la latitude septentrionale de 30°. Suit la table des ombres verticales et de leurs azimuts.

TABLE.

COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.						COMMENCEMENT DU BÉLIER.						COMMENCEMENT DU CAPRICORNE.					
HEURES.	Ombre.		Azimut.		RÉGION.	HEURES.	Ombre.		Azimut.		RÉGION.	HEURES.	Ombre.		Azimut.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
I....	00	00	27	30	B.	I....	00	00	00	00	A.	I....	00	00	27	30	A.
II...	2	58	19	28	B.	II...	2	45	7	38	A.	II...	1	58	34	14	A.
III..	6	28	12	19	B.	III...	5	46	16	6	A.	III...	3	52	42	14	A.
IV...	11	17	5	13	B.	IV...	9	18	26	33	A.	IV...	5	41	51	40	A.
V...	19	29	3	16	A.	V...	13	37	40	13	A.	V...	7	17	62	55	A.
VI...	39	36	18	12	A.	VI...	18	19	61	45	A.	VI...	8	25	75	53	A.
VII..	106	42	90	00	A.	VII..	20	47	90	00	A.	VII..	8	51	90	00	A.
Ashre.	10	57	5	51	A.	Ashre	7	36	21	14	.	Ashre.	5	6	48	20	A.

CHAPITRE XXXI.

DU TRACÉ DES HEURES SUR LA SURFACE CONVEXE D'UN CYLINDRE PERPENDICULAIRE AU MÉRIDIEN.

Pour cela déterminez, dans la supposition que le plan du méridien est l'horizon, les ombres verticales et leurs azimuts pour les hauteurs des heures du commencement du Capricorne et du commencement de l'Écrevisse, et ordonnez le tout dans une table.

Fig. 129. Considérez la circonférence de la tête du cylindre comme si c'était celle du méridien, et divisez-la en 360 parties; marquez-y le Nord, le Sud et le zénith, par les deux points Nord et Sud; menez deux lignes droites de la tête du cylindre à sa base et nommez celle de ces lignes qui est menée du point Nord, l'*horizontale septentrionale*, et celle qui est menée du point Sud l'*horizontale méridionale :* les deux extremités de ces deux lignes sur la base seront les points Nord et Sud, relativement à cette base.

Construisez alors une échelle dont la longueur soit égale à la demi-longueur du cylindre, et divisez-la comme les doigts de la plus longue ombre marquée dans la table.

Prenez ensuite, avec le compas, les parties de l'échelle correspondant à l'ombre du commencement de la première heure du jour du Capricorne, et, posant l'une des pointes sur la circonférence de la tête du cylindre, à l'origine de l'horizontale méridio-

nale, faites sur cette horizontale une marque, qui sera celle du commencement de la première heure dudit jour. Vous marquerez de même la fin de la douzième heure du même jour; ce qui n'a pas besoin d'être expliqué.

Après quoi, par la limite de l'azimut de la seconde heure dudit jour du commencement du Capricorne, menez une ligne droite de la tête à la base du cylindre, et prenant avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre de la seconde heure, posez l'une des pointes sur la circonférence de la tête et sur l'azimut de la seconde heure, et faites avec l'autre pointe sur la droite menée par cet azimut une marque qui sera celle du commencement de la seconde heure du jour proposé; et, conservant la même ouverture du compas, posez l'une des pointes sur la circonférence de la base à l'extremité de la ligne menée par l'azimut; faites sur cette ligne avec l'autre pointe une nouvelle marque, qui sera celle du commencement de la douzième heure du même jour.

Déterminez de la même manière les limites des autres heures du même jour et celles des heures du jour du commencement de l'Écrevisse et de tout autre parallèle que vouz voudrez; puis joignez toutes ces limites comme on a coutume de le faire.

Mais on ne peut tracer la limite du commencement de la première heure, parce que celle du commencement du jour du Bélier ne peut être marquée sur le cylindre, attendu qu'elle n'a pas d'ombre [assignable], ce qui distingue le commencement du Bélier et celui de la Balance des commencements des autres signes.

Observez que, pour les signes méridionaux, les limites du commencement de chacun de leurs jours sont portées sur l'horizontale méridionale, et que, pour les signes septentrionaux, les limites du commencement de chacun de leurs jours sont portées sur l'horizontale septentrionale, et que c'est pour cela qu'on ne

peut déterminer les limites du commencement des jours sur ce cylindre, sur lequel le commencement [du jour] du Bélier est marqué sur une ligne droite menée du *maximum* de sa hauteur [prise sur le méridien du cylindre] de la circonférence de la tête à la circonférence de la base. Le tracé de l'*ashre* ne présente pas non plus de difficulté.

La construction terminée, faites deux gnomons de la forme décrite dans le chapitre précédent; attachez l'un de ces gnomons à la circonférence de la tête et l'autre à la circonférence de la base; ensuite placez le cylindre sur le méridien de manière que chacun des deux points [N. ou S.] soit dans la direction du point qui lui correspond sur l'horizon [N. ou S.], et que la tête du cylindre regarde l'Orient et la base l'Occident; alors fixez solidement le cylindre [dans cette position].

Et lorsque vous voudrez savoir l'heure qu'il est, faites tourner le gnomon dont l'ombre est portée sur la surface du cylindre, jusqu'à ce que l'ombre se projette en ligne droite, et l'heure sur laquelle tombera l'extrémité de cette ombre du gnomon sera celle dans laquelle vous êtes; si le soleil est dans le méridien, tournez le gnomon jusqu'à ce qu'il ne porte plus d'ombre et que son bord passe par l'extrémité de la flèche [l'axe] du cylindre; ce gnomon se trouvera placé sur le cercle [de la tête ou de la base au point correspondant] à la hauteur méridienne du jour où vous êtes.

TABLE.

COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.						COMMENCEMENT DU CAPRICORNE.					
HEURES.	OMBRE.		AZIMUT.		RÉGION.	HEURES.	OMBRE.		AZIMUT.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
I.....	27	30	00	00	B.	I.....	27	30	00	00	A.
II	27	58	36	28	B.	II.....	16	55	16	20	A.
III...	20	13	68	30	B.	III....	11	55	25	39	A.
IV....	12	38	84	28	B.	IV....	8	7	31	36	A.
V.....	7	23	88	34	A.	V.....	5	7	34	16	A.
VI....	3	25	84	31	A.	VI....	2	5	35	55	A.
Asbre..	13	12	83	13	B.	Asbre..	9	26	29	37	A.

CHAPITRE XXXII.

DU TRACÉ DES HEURES SUR LA SURFACE CONVEXE D'UN CYLINDRE PERPENDICULAIRE AU CERCLE DU PREMIER VERTICAL.

Prenez un cylindre propre à cette construction et supposez que le cercle de la tête représente le premier vertical; marquez-y l'orient, l'occident et le zénith; faites de même pour le cercle de la base, en observant de placer ces points sur le cercle de la base dans la direction de leurs correspondants sur le cercle de la tête, Fig. 130

et joignez par une ligne droite le point d'orient de la tête au point d'orient de la base : cette ligne sera l'horizontale orientale. Joignez de même, par une ligne droite, le point d'occident de la tête au point d'occident de la base, et nommez cette ligne l'horizontale occidentale.

Alors, si le lieu donné n'a pas de latitude, divisez le demi-cercle de la tête, sur lequel est marqué le zénith, en douze parties égales, et par les points de division menez des lignes droites à la base : ces droites seront les limites des heures, et celle qui joint les deux zéniths sera la ligne méridienne.

Attachez ensuite un gnomon sur le cercle de la tête et un autre sur le cercle de la base, et que la longueur de la partie saillante de chacun de ces gnomons soit égale à la longueur du cylindre, ou un peu moindre; le tracé de la ligne de l'*Ashre* ne présente aucune difficulté.

Si le lieu donné a une latitude, déterminez, dans la supposition que le premier vertical représente l'horizon, les ombres verticales et leurs azimuts pour les heures du jour du commencement du Capricorne, et pour celles du jour du commencement de l'Écrevisse et de tout autre parallèle que vous voudrez.

Après cela, supposez un gnomon d'une longueur convenable, et construisez l'échelle d'ombre; puis tracez sur la surface du cylindre un arc parallèle au cercle de la tête, terminé aux deux horizontales, et divisant en deux parties égales la droite menée entre les deux zéniths, nommez cet arc *arc des centres ;* et, prenant avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre du commencement de la première heure du jour du commencement du Capricorne, posez l'une des pointes sur l'horizontale orientale à l'extrémité de l'arc des centres, et faites avec l'autre pointe une marque sur l'horizontale du côté de la base : cette marque sera celle du commencement du jour du Capricorne. Nous plaçons cette marque vers la base, parce que l'ombre est septentrionale,

et nous la placerions vers la tête si l'ombre était méridionale, ce qu'il est bon d'observer.

Après cela posez aussi l'une des pointes du compas, dont vous aurez conservé l'ouverture, sur l'horizontale occidentale, à l'extrémité de l'arc des centres, et faites avec l'autre pointe une marque sur l'horizontale vers la base du cylindre. [Cette marque sera celle de la fin de la douzième heure.]

Ensuite prenez sur la moitié de l'arc des centres, située entre l'horizontale occidentale et la ligne méridienne, une quantité égale à l'azimut du commencement de la seconde heure du commencement du Capricorne, et menez par son extrémité une droite occulte, parallèle à l'horizontale et prolongée de la tête à la base du cylindre.

Alors prenez avec le compas les parties de l'échelle correspondant à l'ombre de cette heure, et, posant l'une des pointes sur le point commun à l'arc des centres et à la ligne occulte que vous venez de mener par l'extrémité de l'azimut, faites avec l'autre pointe une marque sur cette ligne occulte, vers la base, parce que l'ombre est septentrionale : cette marque sera celle du commencement de la seconde heure du jour dont il s'agit.

Déterminez par la même méthode les limites des autres heures de ce jour et de celui du commencement de l'Écrevisse et de tout autre parallèle que vous voudrez, et joignez toutes ces marques comme vous avez coutume de le faire.

Faites ensuite un gnomon, que vous attacherez à la tête ou à la base du cylindre, de manière que le *maskhath-al-hhajar* de son sommet tombe sur l'arc des centres, et que la distance de ce sommet au *maskhath-al-hhajar* soit égale à douze des parties de l'échelle, et fixez le cylindre sur le premier vertical, en observant de diriger la tête vers le midi.

Et lorsque vous voudrez savoir l'heure qu'il est, tournez le gnomon jusqu'à ce que son ombre soit en ligne droite : l'heure

sur laquelle tombera l'extrémité de cette ombre du gnomon sera celle dans laquelle vous êtes.

La figure doit être rapportée à la latitude septentrionale de 30 degrés.

TABLE.

COMMENCEMENT DU CAPRICORNE.						COMMENCEMENT DE L'ÉCREVISSE.					
HEURES.	OMBRE.		AZIMUT.		RÉGION.	HEURES.	OMBRE.		AZIMUT.		RÉGION.
	Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.			Doigts.	Minutes.	Degrés.	Minutes.	
I.........	6	15	00	00	B.	I.........	6	15	00	00	A.
II........	8	1	11	16	B.	II........	4	6	14	39	A.
III	9	59	23	25	B.	III	2	18	28	54	A.
IV........	12	4	37	21	B.	IV........	00	48	43	22	A.
V........	14	4	53	4	B.	V........	00	22	58	25	B.
VI........	15	39	70	47	B.	VI........	1	6	73	18	B.
VII.......	16	17	90	00	B.	VII........	1	21	90	00	B.
Ashre.....	11	21	32	35	B.	Ashre.....	00	55	12	6	B.

CHAPITRE XXXIII.

DU TRACÉ DES HEURES SUR LA SURFACE CONVEXE D'UN CYLINDRE PERPENDICULAIRE A UN PLAN INCLINÉ SANS DÉCLINAISON A L'ÉGARD DU PREMIER VERTICAL.

Le plan incliné auquel le cylindre est perpendiculaire sera ou ne sera pas celui de l'équateur : dans le premier cas, ou le lieu pour lequel on veut tracer les heures n'aura pas de latitude ou il en aura. S'il n'a pas de latitude, le tracé des heures est le même que celui qui est exposé au commencement du chapitre précédent; mais si le lieu a une latitude [faites votre construction comme il suit] :

Prenez un cylindre bien exécuté, et nommez la circonférence de sa tête le parallèle du commencement du Bélier, et la circonférence de sa base le parallèle du commencement de la Balance; divisez ces deux parallèles chacun en 360 parties égales, et que chacune des parties du parallèle du Bélier soit directement opposée à la partie correspondante du parallèle de la Balance. Écrivez ensuite les nombres qui indiquent l'ordre des parties, de manière que le commencement des nombres qui sont sur le parallèle du Bélier soit dans la direction du point initial du parallèle de la Balance, et que les nombres croissent à droite et à gauche, jusqu'à ce qu'étant arrivé à 180 ils se terminent au point directement opposé à celui du commencement. Fig. 131.

Menez ensuite sur la surface du cylindre une droite qui joigne les deux points initiaux, cette droite sera la ligne méridienne; divisez-la en deux parties égales, et par le point milieu

tracez sur la surface du cylindre un cercle parallèle au parallèle du Bélier, ce sera le parallèle du commencement de l'Écrevisse.

Prenez sur le parallèle du Bélier, à droite et à gauche, une partie égale à l'arc semi-diurne du commencement de l'Écrevisse dans le lieu pour lequel vous voulez tracer les heures, et faites une marque à chaque limite; puis, par ces deux marques, menez parallèlement à la ligne méridienne deux droites occultes terminées au parallèle de l'Écrevisse : la partie de ce parallèle interceptée entre ces deux lignes occultes, et dans laquelle se trouve la méridienne sera la partie visible du parallèle de l'Écrevisse dans le lieu pour lequel vous tracez les heures; divisez-la en douze parties égales, ces parties seront les heures du jour du commencement de l'Écrevisse. Faites ensuite une marque à 90°, à droite et à gauche, sur le parallèle du Bélier: ce qui sera compris entre ces deux marques du côté de la méridienne, sera la partie visible de ce parallèle; divisez cet espace en douze parties, ces divisions seront les heures du jour du commencement du Bélier; joignez leurs points de limite à ceux des heures du jour du commencement de l'Écrevisse par des lignes droites, ces lignes seront les limites des heures des signes septentrionaux.

Tracez ensuite, par la même méthode, sur l'autre moitié du cylindre, les heures des signes méridionaux, comme si le parallèle du commencement du Capricorne était le même que celui du commencement de l'Écrevisse, mais en observant que le jour du Capricorne ne répond qu'à une partie du jour de l'Écrevisse dans les lieux septentrionaux, et qu'il est plus grand dans les lieux méridionaux, ce qui est manifeste.

Alors, faites deux gnomons, dont la partie saillante soit égale à la longueur de la ligne méridienne, plus un septième[1]; fixez l'un des gnomons sur le cercle de la tête du cylindre, et l'autre

[1] Nous ne voyons pas le motif de cette addition d'un septième. S.

sur celui de la base, et posez le cylindre sur le cercle du Bélier et sur celui de la Balance, de manière que le parallèle du Bélier soit tourné vers le pôle nord.

Le tracé de tout autre parallèle et celui de l'*ashre* ne présentent aucune difficulté.

Lorsque vous voudrez connaître le temps écoulé du jour, faites tourner le gnomon jusqu'à ce que son ombre soit sur une ligne droite, et observez l'heure sur laquelle tombe l'extrémité de l'ombre, ce sera l'heure demandée.

Les parties du cercle [de la tête] comprises entre le bord du gnomon qui passe par l'axe et entre la méridienne sont égales à l'augment de l'arc de révolution à la même heure; aussi cet instrument est-il un des plus commodes pour la détermination de l'augment de l'arc de révolution et pour celle de l'arc diurne, parce qu'étant dirigé sur l'axe du monde, il a tous ses cercles parallèles à la base du cône céleste; c'est aussi pour cela que l'ombre n'y dépasse jamais de limite qu'on ne puisse construire avec la plus grande facilité.

La figure que nous donnons de ce cylindre doit être rapportée à la latitude septentrionale de 30°.

Si le plan incliné est autre que celui de l'équateur, déterminez la hauteur du soleil sur l'horizon, auquel le cylindre est perpendiculaire, pour le commencement de chacune des heures du lieu pour lequel se fait la construction, et cela lorsque le soleil est au commencement de l'Écrevisse et au commencement du Capricorne ou de tel autre degré que vous voudrez; et si, au commencement de l'une de ces heures, le soleil est au-dessous de l'horizon [dont il s'agit], vous en prendrez la *dépression*. Après cela, prenez les ombres verticales des hauteurs et des dépressions, déterminez leurs azimuts, et ordonnez le tout dans une table, en y ajoutant l'amplitude du parallèle de l'Écrevisse, de celui du Capricorne et des autres parallèles dont vous aurez déterminé les ombres

sur l'horizon auquel le cylindre est perpendiculaire : séparez de plus les ombres des hauteurs des ombres des dépressions, et nommez la tête du cylindre le côté apparent et la base le côté occulte.

Après cela, menez sur le côté apparent deux diamètres perpendiculaires entre eux, dont l'un représente la ligne méridienne sur le côté visible et l'autre la ligne d'Est et Ouest sur le même côté. Par l'une des extrémités de la méridienne, menez à la base une ligne droite sur la surface du cylindre, cette droite sera la méridienne de la face apparente; par son extrémité qui touche à la base, menez sur cette base un diamètre, ce diamètre sera la méridienne du côté occulte, et en abaissant sur cette ligne un autre diamètre qui lui soit perpendiculaire, ce second diamètre sera la ligne d'Est et Ouest du côté occulte.

Tracez alors les limites des heures qui tombent au-dessous de l'horizon du cylindre sur le côté occulte et les heures qui tombent au-dessus de l'horizon du cylindre sur le côté apparent, et que leur gnomon soit fixé sur ce côté; il faut aussi joindre chaque parallèle à son amplitude ortive, marquée sur la circonférence du cercle auquel le gnomon est attaché; et si vous aviez construit ces heures sur le côté convenable d'un cylindre perpendiculaire au premier vertical, elles seraient plus complètes, ce qui est évident.

Enfin fixez le cylindre sur le plan auquel vous le supposez perpendiculaire, et que sa tête soit tournée vers le pôle de son horizon, visible dans le lieu pour lequel la construction a été faite.

CHAPITRE XXXIV.

DU TRACÉ DES HEURES SUR LA SURFACE CONVEXE D'UN CYLINDRE PERPENDICULAIRE A UN PLAN INCLINÉ SANS DÉCLINAISON A L'ÉGARD DU MÉRIDIEN.

Ce tracé est absolument le même que celui des heures sur les surfaces des cylindres, dont il s'agit dans le chapitre précédent, si ce n'est que la ligne d'Est et Ouest est ici une ligne droite tracée sur la longueur du cylindre.

CHAPITRE XXXV.

DU TRACÉ DES HEURES SUR LA SURFACE CONVEXE D'UN CYLINDRE PERPENDICULAIRE A UN PLAN INCLINÉ DÉCLINANT A L'ÉGARD DU MÉRIDIEN ET DU PREMIER VERTICAL.

La construction sur ce cylindre se fait de la manière exposée dans les deux chapitres précédents. Nous ferons observer seulement que dans cette construction la ligne d'Est et Ouest et la méridienne, au lieu d'être droites, sont deux lignes courbes.

CHAPITRE XXXVI.

DU TRACÉ DES HEURES SUR LA SURFACE CONVEXE D'UN CÔNE PERPENDICULAIRE A L'HORIZON.

Déterminez pour les heures du jour du commencement du Capricorne et du commencement de l'Écrevisse, et de tout autre parallèle que vous voudrez, les hauteurs du soleil et leurs azimuts; ensuite, déterminez pour ces heures l'ombre employée, relativement au cône, par la méthode exposée dans le chapitre III du second livre de cette partie, et faites pour ces ombres et leurs azimuts ce que vous avez fait pour les ombres et leurs azimuts dans le tracé du cylindre perpendiculaire à l'horizon; ce qui n'a pas besoin d'explication.

Opérez de même, comme vous avez fait pour les cylindres perpendiculaires aux différents plans dont nous avons parlé, lorsqu'il s'agira des cônes perpendiculaires aux mêmes plans.

Les constructions sur le cône sont plus parfaites que celles sur le cylindre, parce que l'ombre ne s'étend jamais au delà de la surface du cône.

CHAPITRE XXXVII.

DU TRACÉ DES HEURES SUR LA SURFACE CONCAVE D'UNE DEMI-SPHÈRE POSÉE SUR L'HORIZON DE MANIÈRE QUE SON GRAND CERCLE SOIT HORIZONTAL.

Prenez une demi-sphère bien exécutée, et regardez son grand cercle comme représentant celui de l'horizon. Soit A le pôle du cercle, par ce point menez un demi-grand cercle, que vous regarderez comme la moitié du méridien : ses deux extrémités seront les vrais points Nord et Sud; et soit le point Nord en B, et le point Sud en C; menez un second demi-cercle qui coupe celui-ci en deux parties égales, et nommez-le demi-cercle des azimuts: ses deux extrémités seront les vrais points d'Est et d'Ouest, soit D le point d'Est et E le point d'Ouest. L'horizontale sera divisée aux points BCDE en quatre parties égales. Fig. 137.

Divisez le demi-cercle du méridien en 180 parties, et prenez avec le compas les parties correspondant à la latitude du lieu; et si cette latitude est septentrionale, posez l'une des pointes du compas en A, et faites, avec l'autre pointe, sur l'arc AB une marque G; posez aussi l'une des pointes du compas, dont vous aurez conservé l'ouverture, sur le point C, et avec l'autre pointe faites, sur la ligne [l'arc] CA, une marque H, le point H sera le pôle Nord; mais si la latitude est méridionale, faites la marque G sur l'arc AC, et la marque H sur l'arc AB et le point H désignera alors le pôle Sud.

Prenez avec le compas les parties de l'arc CB correspondant à la hauteur méridienne du commencement de l'Écrevisse dans

76.

le lieu pour lequel vous voulez tracer les heures; et si cette hauteur est boréale, posez l'une des pointes du compas en C, et faites avec l'autre pointe, sur l'arc CA, une marque T; mais si elle est méridionale, posez la pointe du compas en B, et marquez avec l'autre pointe, sur l'arc BA, le point où elle est atteinte, et nous supposons la latitude septentrionale : faites de même pour la hauteur méridienne du commencement du Capricorne, et soit sa marque en I.

Posez le compas sur le point H, et avec un rayon HG décrivez un arc terminé de chaque côté à l'horizontale : cet arc sera la moitié de l'équateur; et s'il se termine aux points DE, votre opération sera exacte, autrement elle serait fautive.

Décrivez ensuite du point C, avec un rayon CT, l'arc KTL: cet arc sera le parallèle de l'Écrevisse; et si l'arc KD est égal à l'arc LE et chacun d'eux à l'amplitude ortive du commencement de l'Écrevisse, votre opération sera exacte, autrement elle serait fautive.

Décrivez du point H, avec un rayon HI, l'arc MIZ : cet arc sera le parallèle du commencement du Capricorne, et vous en éprouverez l'exactitude comme vous avez éprouvé celle du parallèle du commencement de l'Écrevisse.

Divisez alors les deux parallèles du Capricorne et de l'Écrevisse, chacun en douze parties égales, et joignez chaque point de division du parallèle du Capricorne, au point opposé du parallèle de l'Écrevisse, par des arcs de grand cercle, ces [arcs de] jonction seront les limites des heures.

La figure est construite pour la latitude septentrionale de 30°.

Lorsque vous aurez posé au point A un gnomon égal au demi-diamètre de l'horizontale et faisant [avec lui] deux angles égaux [droits], et que vous l'aurez établi avec précision, il vous indiquera ce que vous vous proposez de savoir par son moyen.

CHAPITRE XXXVIII.

DU TRACÉ DES HEURES SUR LA SURFACE CONCAVE D'UNE DEMI-SPHÈRE DONT LE GRAND CERCLE EST PARALLÈLE AU MÉRIDIEN.

Prenez une demi-sphère, bien exécutée; considérez son grand cercle comme le méridien, et divisez-le en deux parties égales aux deux points diamétralement opposés AB; nommez B le point Nord et A le point Sud, et marquez le zénith et le *nadhir*. Soit aussi C le pôle du méridien, et le demi-cercle ACB la moitié de l'horizon, que vous diviserez en 180 parties égales. Fig. 133.

Prenez ensuite avec le compas les parties correspondant à la latitude, et posant l'une des pointes sur le *nadhir*, faites avec l'autre sur le méridien une marque [E] vers le Nord, si la latitude est septentrionale, ou vers le Sud, si elle est méridionale.

Posez aussi l'une des pointes du compas, dont vous aurez conservé l'ouverture, sur le point A, et avec l'autre pointe faites sur le méridien vers le zénith, si la latitude est méridionale, la marque I, et vers le *nadhir*, si la latitude est septentrionale: le point I sera le pôle Nord.

Prenez de même avec le compas les parties de l'arc ACB correspondant à l'obliquité de l'écliptique; posez l'une des pointes en E, et avec l'autre pointe faites sur le méridien deux marques, l'une T vers le Nord, et l'autre Z vers le Midi; et du pôle I [comme centre] décrivez les arcs TH, EC, ZD: l'arc TH sera le parallèle du commencement du Capricorne; l'arc EC le parallèle du commencement du Bélier, et l'arc ZD le parallèle du commencement de l'Écrevisse.

Divisez chacun des parallèles du Capricorne et de l'Écrevisse en six parties égales, et joignez les points de division correspondants de ces deux parallèles, [les arcs de] jonction seront les limites des heures.

Posez alors sur le point C un gnomon dont la longueur soit égale à celle du demi-diamètre du méridien et qu'il soit à égale distance de tous les points du méridien ; ce qui n'est pas difficile à exécuter, non plus que le tracé de l'*ashre*.

On pourrait pour ces lignes n'employer que deux quarts de la sphère, dont l'un serait pour le côté oriental, et l'autre pour le côté occidental ; mais la figure que nous donnons est celle d'une demi-sphère, dont la concavité doit être tournée vers l'Orient, et elle est construite pour un lieu situé à 30° de latitude septentrionale.

CHAPITRE XXXIX.

DU TRACÉ DES HEURES SUR LA SURFACE CONCAVE D'UNE DEMI-SPHÈRE DONT [LE GRAND] CERCLE EST PARALLÈLE AU PREMIER VERTICAL.

Supposez que le [grand] cercle de la demi-sphère représente le premier vertical, et tracez un demi-cercle, qui sera le méridien, et un autre qui sera l'équateur ; puis tracez les parallèles des deux solstices : le reste de la construction est manifeste.

Il suffirait aussi pour ces heures d'avoir deux quarts de sphère, dont l'un serait pour le côté septentrional et l'autre pour le côté méridional.

Suivez la même méthode pour tel tracé qu'on puisse vous

demander sur une demi-sphère; vous pourrez facilement y ajouter les heures égales, ou les y tracer au lieu des heures de temps, ce qui n'a pas besoin d'être expliqué. Nous ne dirons pas non plus comment on peut y marquer les hauteurs et leurs azimuts, ainsi que l'arc de révolution à telle heure du jour que ce soit, parce que ces constructions sont tout à fait évidentes par elles-mêmes.

CHAPITRE XL.

EXPOSÉ DE CEUX [DES CADRANS] DONT IL EST QUESTION DANS CE [TROISIÈME] LIVRE DONT ON PEUT SE SERVIR SUR TOUS LES HORIZONS.

I. LE BASITHAH D'UN LIEU SANS LATITUDE.

Il se construit pour tous les horizons; mais il ne marque que les heures égales qui restent à écouler avant le midi vrai ou qui sont écoulées depuis cet instant, et il n'en marque pas plus de dix, savoir, cinq avant midi, et cinq après midi, ce qu'il marque en tel lieu que ce soit lorsqu'il est placé dans ce lieu, de manière que son gnomon soit sous le parallèle du Bélier, et lorsque sa face [celle du *basithah*] est élevée d'une quantité égale à la latitude du lieu, sans avoir de déclinaison à l'égard de la ligne d'Est et Ouest.

II. LE VERTICAL SUR LA LIGNE MÉRIDIENNE DANS UN LIEU SANS LATITUDE.

Il se construit pour tous les horizons, marque les heures égales, et est complet lorsque la face orientale et la face occiden-

tale comprennent chacune douze heures, ce qui a lieu lorsqu'on construit sur chacune de ces faces les heures des dépressions qui sont semblables aux heures des hauteurs, et de même grandeur; auquel cas les heures des hauteurs sont séparées des heures des dépressions par l'horizon de l'équateur. Quand on le pose, il faut qu'il soit dans le plan du méridien, et que le parallèle du Bélier soit dans le plan du parallèle céleste de ce signe et placé dans l'horizon de l'équateur, de manière que, si on le prolonge dans la même direction, il aille tomber sur le pôle du monde.

III. LE VERTICAL SUR LA LIGNE D'EST ET OUEST DANS UN LIEU SANS LATITUDE.

Il marque dans tous les lieux les heures égales qui restent à écouler avant le midi vrai, ou qui sont écoulées depuis cet instant. Si on le construit en y traçant vingt-quatre heures sur la face septentrionale, et vingt-quatre heures sur la face méridionale, alors il est complet; ce qui a lieu lorsqu'on trace les parallèles en entier, c'est-à-dire en cercles entiers, et en divisant le plus grand de ces parallèles en vingt-quatre parties égales, et menant par les points de division des lignes droites, dirigées vers le pôle et terminées au parallèle du solstice.

On l'établit dans tel lieu que ce soit en le posant sur la ligne d'Est et Ouest, de manière que son gnomon, supposé prolongé, aille rencontrer le pôle du monde.

Faites de même pour les déclinants et les inclinés à l'égard de la ligne équinoxiale, ainsi que pour les cylindres et pour ce qui est de la même catégorie.

Si les heures égales dont il s'agit ici sont tracées exactement et que les parallèles soient assez multipliés, elles indiqueront le lieu de la ligne méridienne; et quand on suspend d'une manière convenable, avec des fils, les tablettes qui sont tracées sur le plan de l'équateur, elles remplissent parfaitement ce but. Or

ces tablettes sont plus faciles [à exécuter] que toutes les autres; de plus, si on divise le parallèle de la moitié du Bélier en parties correspondant aux degrés de révolution, et qu'on attache sur ce plan [la tablette] une règle qui tourne autour du pôle comme axe, et qui ait une épaisseur convenable et une longueur telle qu'elle s'étende du pôle au parallèle de la moitié du Bélier, elle marquera l'augment de l'arc de révolution en tel lieu que ce soit, et cela lorsqu'après l'avoir placée convenablement pour le lieu dont il s'agit, on la fait tourner jusqu'à ce que son côté oriental et son côté occidental soient tous deux éclairés par les rayons du soleil; car alors le bord de cette règle se trouve placé de manière que les parties du parallèle du Bélier comprises entre ce bord et la ligne méridienne sont égales à l'augment de l'arc de révolution.

Cet instrument est très-commode et on peut y tracer les parallèles à une très-petite différence près; auquel cas il indique la ligne méridienne [comme on vient de le dire].

CHAPITRE XLI.

DES [INSTRUMENTS] COMPOSÉS DES PLANS QUI ONT ÉTÉ DÉCRITS PRÉCÉDEMMENT.

Il y a plusieurs compositions des plans dont on a parlé ci-dessus, et l'on entend ici par *composition* l'assemblage d'un plan avec un autre plan, de manière qu'ils renferment un angle entre eux : nous allons décrire les composés les plus remarquables.

1° LE MUJENNAHHAH [L'AILÉ].

Il se fait par la composition de deux tablettes placées verticalement sur l'horizon, de manière que le *dos* [ou joint extérieur] de l'angle que forment ces deux tablettes soit perpendiculaire à l'horizon, que la ligne méridienne divise l'angle en deux parties égales, et que sur la face orientale de la tablette orientale se trouvent les heures de la première moitié du jour, et sur la face occidentale de la tablette occidentale, les heures de la seconde moitié du jour. De plus, le parallèle du commencement de l'Écrevisse, tracé sur l'une des deux faces, doit être contigu au même parallèle [tracé] sur l'autre face, sur le dos de l'angle, et cela pour les lieux septentrionaux; mais pour les lieux méridionaux, c'est le parallèle du commencement du Capricorne qui doit être ainsi, et si ces deux tablettes sont sur l'azimut du lieu du lever du solstice et du lieu de son coucher, ces heures sont nommées par le public heures du vertical sur la ligne d'Est et Ouest, et pour ces heures, le parallèle de l'Écrevisse n'est jamais contigu à l'horizon.

2° LE MUTÉKAFIAH [LE SUFFISANT].

Il se fait par la construction de deux tablettes planes, placées verticalement sur l'horizon, de manière qu'elles renferment entre elles un angle divisé en deux parties égales par la ligne méridienne, que le dos de l'angle soit tourné vers le pôle visible, que la ligne de l'angle soit la méridienne, c'est-à-dire que l'ombre du gnomon à midi tombe sur la ligne de l'angle, et que les heures soient tracées sur les faces intérieures des deux tablettes et construites comme pour les autres [plans] déclinants, pour lesquelles heures un seul gnomon suffit; ce qui est évident.

Il n'y a entre cette composition et le composé qui précède de différence qu'en ce que les heures de celle-ci sont sur l'intérieur des deux tablettes, et celles de l'autre sur l'extérieur.

3° LE MIKNESAH (LE BALAI) SUR LA LIGNE MÉRIDIENNE.

Il se fait par la composition de deux tablettes planes, inclinées à l'horizon, d'une quantité quelconque égale pour chacune. Les heures du jour sont tracées sur les faces visibles des deux tablettes, de manière que la ligne de l'angle soit la méridienne.

4° LE MIKNESAH DONT LE DOS DE L'ANGLE EST SUR LA LIGNE D'EST ET OUEST.

Les heures y sont tracées sur la partie visible.

5° LES MIKNESAHS DÉCLINANTS.

Ce sont ceux dont le dos de l'angle décline à l'égard de la méridienne ou de la ligne d'Est et Ouest; les heures du jour y sont tracées sur la partie visible.

6° LES MIKNESAHS DONT LE DOS EST AVEC LA MÉRIDIENNE DANS LE PLAN DU MÉRIDIEN.

Les heures y sont tracées sur la partie intérieure.

7° LES MIKNESAHS DONT LE DOS EST AVEC LA LIGNE D'EST ET OUEST DANS LE PLAN DU PREMIER VERTICAL.

Les heures y sont tracées sur la partie intérieure.

8° LES MIKNESAHS DONT LE DOS DÉCLINE A L'ÉGARD DE LA LIGNE MÉRIDIENNE ET DE LA LIGNE D'EST ET OUEST.

Les heures y sont tracées sur la partie intérieure.

La construction de tous ces *miknesahs* est manifeste.

Les compositions analogues ne sont pas moins bonnes à connaître, et d'après celles-ci on pourra exécuter celles que l'on voudra.

CHAPITRE XLII.

DÉTERMINER 1° LA LATITUDE D'UN LIEU D'APRÈS LES HEURES DE CE LIEU TRACÉES PAR L'UNE DES CONSTRUCTIONS EXPOSÉES DANS CE TROISIÈME LIVRE; 2° LA GRANDEUR DES GNOMONS DES HEURES MENTIONNÉES DANS CE MÊME LIVRE.

I. DU BASITHAH OU CADRAN HORIZONTAL.

Étant donné un *basithah*, on demande quel est le moyen de déterminer la latitude du lieu pour lequel il a été construit lorsque cette latitude est inconnue.

La réponse est que, le gnomon étant connu, ainsi que son ombre pour le milieu du jour du commencement du Bélier, du commencement du Capricorne et du commencement de l'Écrevisse, la latitude du lieu sera connue par le gnomon de l'une de ces ombres, d'après ce qui a été dit précédemment.

Si on dit que le gnomon n'est pas connu, soit parce qu'il est perdu, soit que, sa forme étant conique, on ne puisse avoir exactement sa perpendiculaire [ou flèche], qui est le véritable gnomon, la réponse est que, l'ombre du midi vrai [du jour du commencement] du Capricorne et celle de son *ashre* étant connues, la différence de ces deux ombres est égale à la longueur du gnomon.

Si on dit que l'ombre du midi vrai [du jour] du commencement du Capricorne n'est pas connue, soit parce que le centre du gnomon a été détruit, ou parce que, le gnomon étant de forme

conique et fixé sur son centre, on ne peut avoir la valeur exacte de l'ombre du midi vrai du commencement du Capricorne, la réponse est qu'il faut remplir le lieu du centre [avec une substance quelconque] et aplanir l'obturateur jusqu'à ce qu'il ne dépasse pas la surface [du plan] des heures; prolonger ensuite la ligne de midi vrai, et prendre le milieu de la partie de cette ligne qui tombe sur l'obturateur pour le centre du gnomon, et si le gnomon est fixe et de forme conique, on l'enlève, et, après avoir rempli le lieu du centre, le reste de l'opération est manifeste.

Si on dit qu'on ne peut prendre le milieu de la partie de la ligne de midi vrai qui est sur l'obturateur pour le lieu du centre du gnomon, soit à cause de la différence entre les distances des bords de l'obturateur au centre du gnomon, soit parce qu'on ne peut pas enlever le gnomon,

Voici ce qu'on peut répondre. Tracez sur une surface plane une ligne droite AB, égale à la partie du parallèle du Bélier comprise entre le commencement de la quatrième heure et la Fig. 134 ligne méridienne; faites au point A l'angle BAC, égal à l'obliquité de l'écliptique; prenez avec le compas la partie de la ligne de midi vrai comprise entre les deux parallèles du commencement du Bélier et du commencement du Capricorne: posez l'une des pointes sur le point B, et faites avec l'autre pointe sur la ligne AC la marque D; par les points D et B menez la ligne DH, et par le point A abaissez la perpendiculaire AE sur DH: la ligne AE sera égale à la longueur du gnomon, la ligne BE égale à la partie de la ligne de midi vrai comprise entre le centre du gnomon et le parallèle du commencement du Bélier, et la ligne ED égale à la partie de la ligne de midi vrai comprise entre le centre du gnomon et le parallèle du commencement du Capricorne. Ainsi du point B, comme centre, avec un rayon BA, décrivez l'arc AZ; cet arc sera égal au complément de la latitude du lieu, c'est-

à-dire à la hauteur méridienne de la tête du Bélier et de la Balance.

Mais si on dit que le parallèle du Capricorne et celui de l'Écrevisse ne sont pas tracés comme cela a lieu dans [la construction du] chapitre XIV,

Fig. 135. Voici la réponse à faire. Tracez sur une surface plane une ligne droite AB égale à la partie de la ligne de midi vrai comprise entre le pôle et le parallèle du commencement du Bélier. Décrivez sur la ligne AB une demi-circonférence ACB; prenez avec un compas la partie du parallèle du commencement du Bélier comprise entre le commencement de la quatrième [heure et] entre la ligne de midi vrai; posez l'une des pointes en B et avec l'autre pointe faites sur l'arc BCA la marque C; par le point C abaissez une perpendiculaire CD sur la ligne AB : cette perpendiculaire sera égale à la longueur du gnomon; la ligne BD égale à la partie de la ligne de midi vrai comprise entre le centre du gnomon et le parallèle du Bélier; la ligne AD égale à la partie de la ligne de midi vrai comprise entre le centre du gnomon et le pôle, et la moitié de l'arc BC égale à la latitude du lieu.

11. DU VERTICAL SUR LA LIGNE MÉRIDIENNE.

Étant donné un vertical sur la méridienne, on demande quel est le moyen de déterminer la latitude pour laquelle il a été construit, lorsque cette latitude est inconnue.

Réponse. Regardez le centre du gnomon comme le centre d'un cercle et décrivez de ce centre un arc compris entre l'horizontale et le parallèle du Bélier, il correspondra à l'angle aigu des deux angles que forme le parallèle du Bélier [avec l'horizontale] et sa valeur sera celle du complément de la latitude du lieu.

Si on dit qu'on ne peut décrire aucun arc autour du centre du gnomon, parce que ce gnomon est fixe sur son centre,

Réponse. Marquez un point quelconque sur le parallèle du Bélier, et par ce point menez parallèlement à l'horizontale une droite dirigée vers le côté du parallèle du jour le plus court; et du même point, comme centre, décrivez un arc compris entre le parallèle du Bélier, et la ligne menée parallèlement à l'horizontale, cet arc sera égal au complément de la latitude du lieu.

Si on dit que le gnomon et son centre sont inconnus [détruits],

Réponse. Bouchez le centre, aplanissez l'obturateur, menez l'horizontale et divisez en deux parties égales la partie comprise entre le parallèle du commencement de l'Écrevisse, et celui du commencement du Capricorne : le point milieu sera le centre du gnomon, et la partie du parallèle du commencement du Bélier comprise entre le centre du gnomon et le commencement de la quatrième heure du côté oriental, et le commencement de la dixième heure du côté occidental, sera la longueur de ce gnomon.

Si on dit que le parallèle du commencement du Bélier est inconnu, mais que le gnomon est connu,

Réponse. Lorsque le gnomon est connu, l'ombre de l'amplitude ortive du commencement du Capricorne est connue; car c'est la partie de l'horizontale comprise entre le centre du gnomon et le parallèle du commencement du signe du Capricorne : or, la déclinaison du commencement de ce signe étant connue, il s'ensuit que la latitude du lieu l'est aussi.

Si on dit que le parallèle du commencement du Bélier et le gnomon sont inconnus,

Réponse. Décrivez sur le centre du gnomon un arc qui commence à l'extrémité du parallèle de l'Écrevisse sur l'horizontale, et qui se termine au même parallèle de l'Écrevisse, cet arc sera égal au double de la latitude du lieu; divisez-le en deux parties égales, et la moitié sera égale à la latitude. Et si on joint par une ligne droite le centre du gnomon au point milieu de l'arc, cette droite sera l'horizon de l'équateur; et si par le centre du gnomon

on mène une droite qui fasse avec l'horizon de l'équateur un angle droit, cette droite sera le parallèle du commencement du Bélier, et la valeur du gnomon pourra être déterminée par les méthodes connues.

Si on dit que, la latitude étant très-petite, l'arc susdit est près de se confondre avec le parallèle du plus long jour; qu'on ne peut en déterminer exactement les extrémités, et qu'il est très-difficile de le partager en deux parties égales,

Réponse. Tracez le parallèle du plus long jour de telle manière que, vers l'horizontale, il ait une grandeur convenable, et décrivez sur le centre du gnomon un arc qui commence à l'extrémité [sur l'horizontale] de l'hyperbole qui constitue le parallèle du plus long jour et qui se termine à ce parallèle; le reste de l'opération est manifeste.

Si on demande comment on peut tracer l'hyperbole pour le parallèle du plus long jour sans connaître la latitude,

Réponse. Menez par les limites des heures, sur le parallèle du jour le plus court, des lignes droites passant par le centre du gnomon, et prolongées indéfiniment du côté du parallèle du plus long jour; ensuite, prenez avec un compas la partie de chacune de ces lignes comprise entre le centre du gnomon et le parallèle du jour le plus court; posez l'une des pointes sur le centre du gnomon, et faites avec l'autre pointe sur la ligne dont il s'agit une marque du côté de cette ligne opposé à celui sur lequel vous avez pris cette quantité, le parallèle du plus long jour passera par toutes les marques ainsi faites, et vous le tracerez par ce moyen.

III. DU VERTICAL SUR LA LIGNE D'EST ET OUEST.

Étant donné un vertical sur la ligne d'Est et Ouest, on demande la latitude du lieu pour lequel il a été construit.

Réponse. L'ombre verticale du midi vrai du jour du Bélier et le gnomon sont connus, ainsi la latitude du lieu est aussi connue.

Si on dit que le gnomon est inconnu, soit parce qu'il est de forme conique, ou parce qu'il est perdu, ou bien que l'ombre de midi vrai est inconnue, soit parce que le centre du gnomon a été détruit, ou parce que le gnomon y est fixé,

Réponse. Si c'est le gnomon qui est inconnu, prenez avec le compas la partie du parallèle du Bélier comprise entre la ligne méridienne et le commencement de la troisième [heure], et représentez-la par la ligne AB. Construisez l'angle BAC égal à l'obliquité de l'écliptique; prenez avec le compas la partie de la ligne de midi vrai comprise entre le parallèle du commencement du Bélier et celui du commencement de l'Écrevisse; posez l'une des pointes en B, et avec l'autre pointe faites sur la ligne AC la marque C; par ce point menez par le point B une droite prolongée indéfiniment vers E; par le point A abaissez la perpendiculaire AD sur CE : la ligne AC sera égale à la longueur du gnomon, DC égale à la partie de la ligne méridienne comprise entre le centre du gnomon et le parallèle du commencement de l'Écrevisse, et l'angle ABE sera égal à la latitude du lieu. Fig. 136.

Si c'est l'ombre de midi vrai qui est inconnue, on la rétablit d'après l'horizontale et la ligne méridienne, si le centre du gnomon est détruit, et aussi, d'après la division de l'espace compris entre les deux extrémités du parallèle; et si le gnomon est fixe, on suit la méthode précédente.

Si on dit que le parallèle de l'Écrevisse ne se trouve pas du même côté que le parallèle du Bélier,

Réponse. Construisez sur la ligne AB, vers E, un angle égal à l'obliquité de l'écliptique; prenez avec un compas la partie de la ligne de midi vrai comprise entre le parallèle du Bélier et celui du Capricorne; posez l'une des pointes en B, et faites avec l'autre

pointe une marque sur l'autre ligne, qui est l'une des deux lignes de midi vrai; le reste de l'opération est manifeste.

IV. DES DÉCLINANTS.

Étant donné un déclinant, on demande comment on peut déterminer la latitude du lieu pour lequel il a été construit.

Fig. 137. Réponse. Prenez la ligne AB égale à la partie de la ligne méridienne comprise entre le parallèle du Bélier et l'horizontale, élevez sur AB, au point A, la perpendiculaire AD : prenez avec le compas la distance comprise entre l'extrémité du gnomon et le point de section de l'horizontale et de la méridienne, posez l'une des pointes en A, et faites avec l'autre pointe la marque C sur la ligne AD; menez CB, l'angle ABC sera celui de la latitude du lieu, et l'arc correspondant sera égal à cette latitude.

Si on dit que le gnomon est inconnu,

Fig. 135. Réponse. Prenez la ligne AB, égale à la partie de l'horizontale comprise entre le parallèle du Bélier et la méridienne; décrivez sur AB, comme diamètre, une demi-circonférence; prenez avec le compas la partie de l'horizontale comprise entre le parallèle du Bélier et le centre du gnomon; posez l'une des pointes en A, et faites avec l'autre pointe la marque D sur AB; par le point D élevez sur AB la perpendiculaire DC, prolongée jusqu'à la demi-circonférence, sans la dépasser : cette perpendiculaire sera égale au gnomon, et le reste de l'opération est manifeste.

Le gnomon étant inconnu, si l'on dit que son centre l'est aussi,

Fig. 138. Réponse. Prenez la ligne AB, égale à la partie de l'horizontale comprise entre le parallèle du Bélier et la ligne de midi vrai; faites au point B un angle [ABD] égal à l'angle de la déclinaison du déclinant à l'égard de la méridienne, et au point A l'angle BAE égal à l'angle du complément de la déclinaison; par le point de rencontre C des deux lignes AE, BD, abaissez [sur AB]

la perpendiculaire CT : cette perpendiculaire sera égale au gnomon, la ligne AT égale à la partie de l'horizontale comprise entre le parallèle du Bélier et le centre du gnomon, et BT égale à la partie de l'horizontale comprise entre le centre du gnomon et la ligne de midi vrai.

Le gnomon et son centre étant inconnus, si on dit que la déclinaison l'est aussi,

Réponse. Menez parallèlement au parallèle du Bélier une ligne droite qui parte de l'extrémité du parallèle du plus long jour et se termine à ce parallèle sans le dépasser; cette droite sera la corde de l'intervalle du parallèle du plus long jour ; divisez cette corde en deux parties égales, et par le point de division élevez sur cette ligne une perpendiculaire : le point où cette perpendiculaire coupera l'horizontale sera le centre du gnomon, et celui où elle coupera la méridienne sera le pôle.

La même perpendiculaire serait la méridienne du lieu dont le plan déclinant dont il s'agit serait l'horizon.

Le centre du gnomon étant connu, sa longueur est facile à déterminer, ainsi que la latitude du lieu et la déclinaison [du plan].

Lorsque vous aurez étudié et compris tout ce que renferme ce chapitre, vous trouverez sans difficulté la latitude du lieu des *inclinés*, leurs gnomons, les centres de ces gnomons, ainsi que les gnomons des cylindres, des cônes et des sphères et de tous les autres [cadrans] que nous ne rappelons pas ici.

FIN.

ERRATUM.

Page 69, ligne 24, *après ces mots :* à la circonférence de sa base, *ajoutez :* se nomme *dhile-al-marrherouth*, côté du cône, et la ligne droite menée du sommet du cône au centre de sa base, *sahm*, etc.

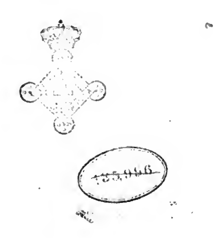
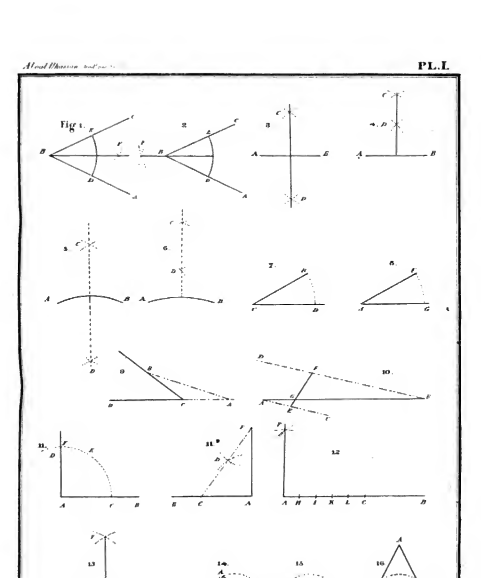


TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME SECOND.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

PLANCHES.


Fig. 1.
2
3
5.
6.
7.
8.
9
10.
11.
11.*
12
13
14.
15
16

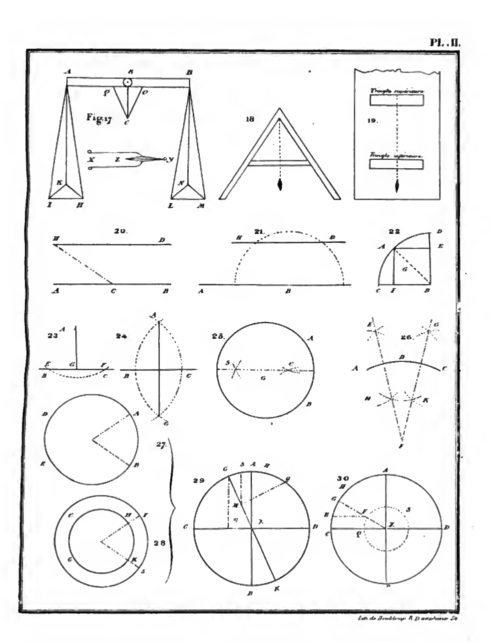

Fig. 17
18
19.
20.
21.
22
23
24
25.
26.
27.
28
29
30



Fig. 31

32

33.

34.

35.

36.

37.

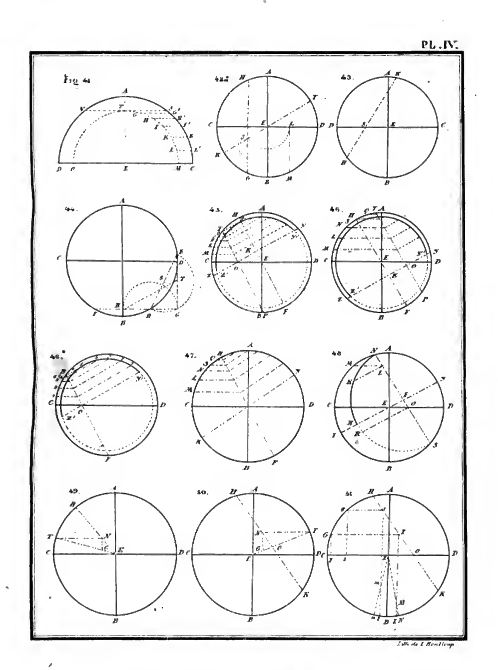
38.

39.

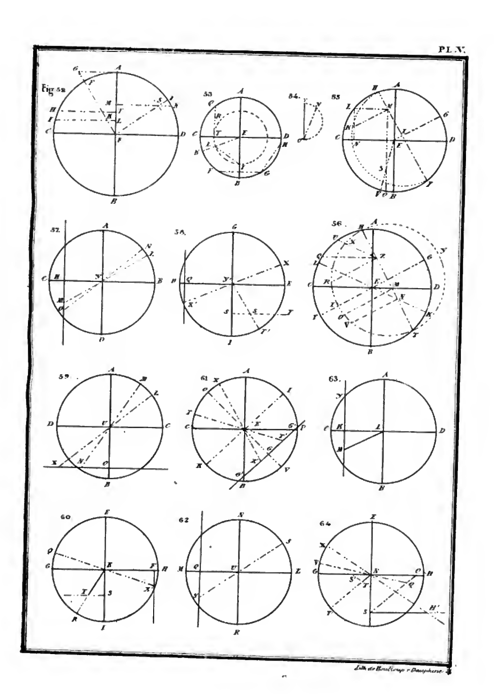
40.

Lith. de L. Bretonnage & Dauphine 24



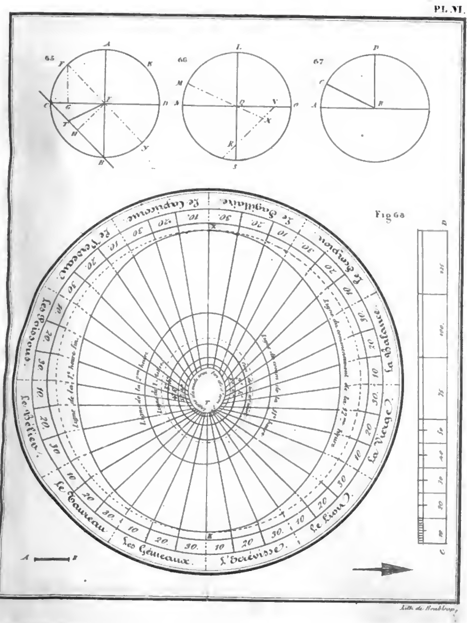

Fig. 41
42
43
44
45
46
46.
47
48
49
50
51





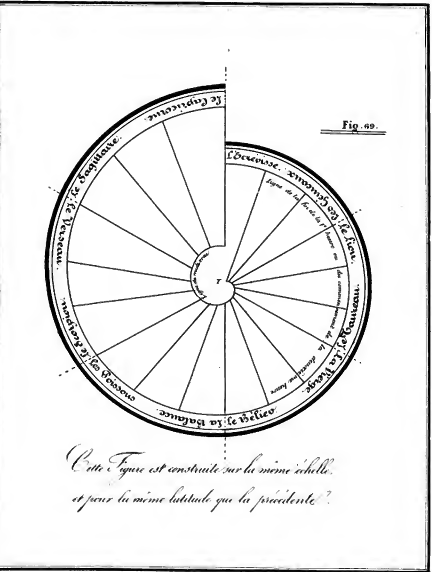
Lith. de Koulloup r Dauphine





Lith. de Houbloup.

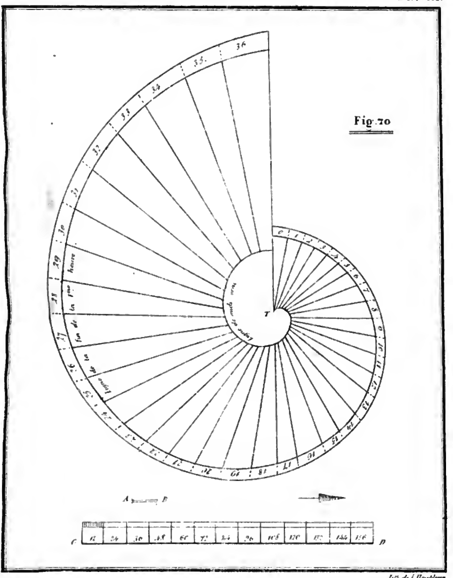




Cette Figure est construite sur la même échelle, et pour la même latitude que la précédente.

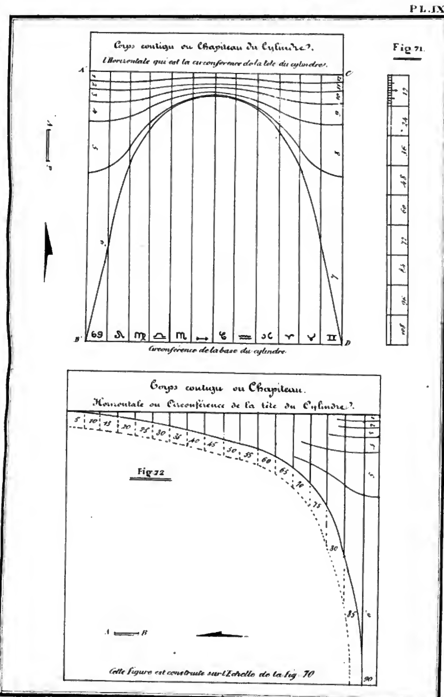
Lith de L. Houbloup r Dauphine 24





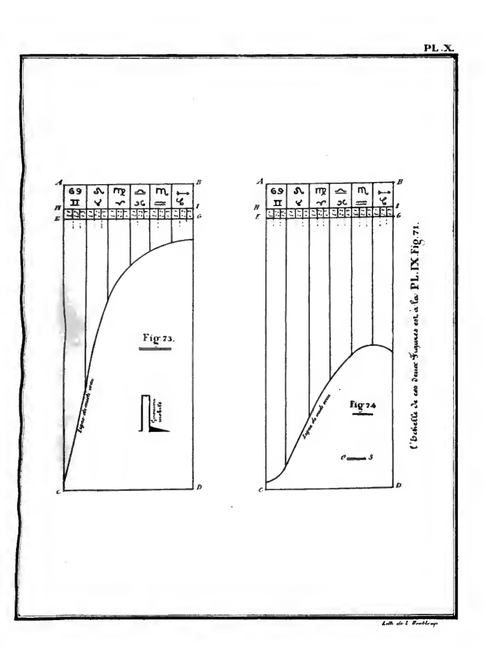
Lith. de L. Houbloup

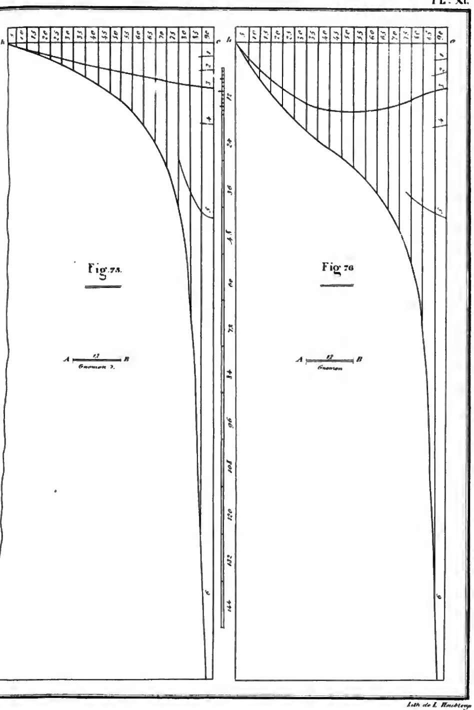




Lith. de L. Houbloup r. Dauphine 24




A
B
H
I
E
G
C
D
Fig. 73.
Fig. 74
0
3
L'échelle de ces deux Figures est à la PL. IX Fig. 71.



Lith. de L. Houbloup

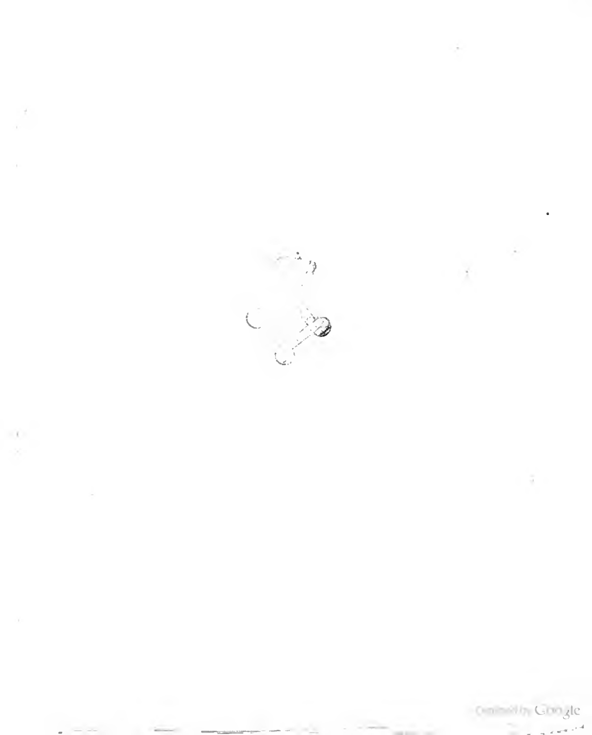


Fig. 77.

horizontale 7.

Ligne de la 1re h.

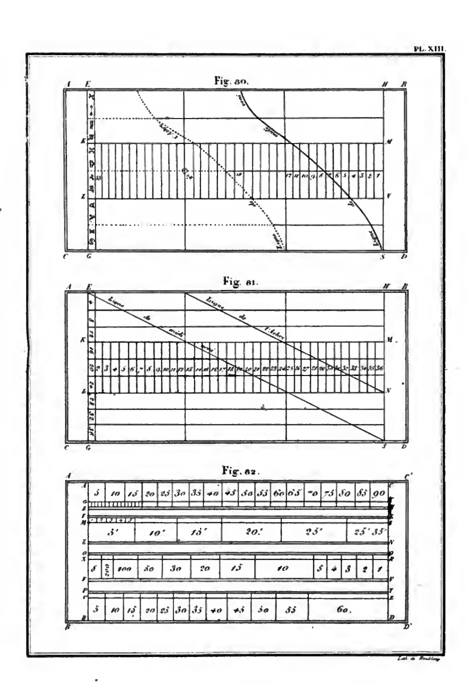
Fig. 78

Fig. 79.

horizontale

Lith. de L. Houbloup r. Dauphine 24.




Fig. 80.
Fig. 81.
Fig. 82.
Lith. de Roubing



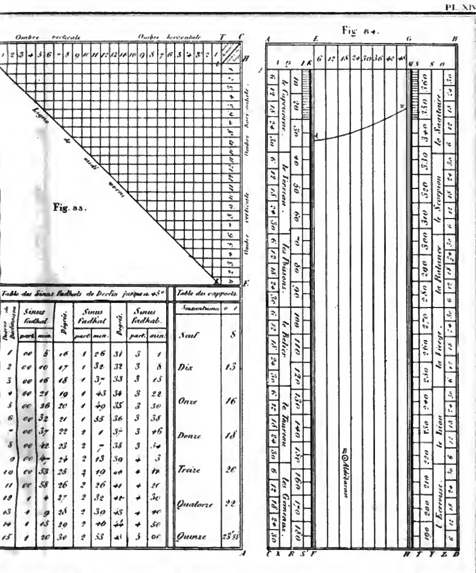


Table des Sinus fadhals de Derlin jusqu'à 45°

Degrés de Déclinaison	Sinus fadhal part.	Sinus fadhal min.	Degrés.	Sinus fadhal part.	Sinus fadhal min.	Degrés.	Sinus fadhal part.	Sinus fadhal min.
1	00	5	16	1	26	31	3	1
2	00	10	17	1	32	32	3	8
3	00	16	18	1	37	33	3	15
4	00	21	19	1	43	34	3	22
5	00	26	20	1	49	35	3	30
6	00	32	21	1	55	36	3	38
7	00	37	22	2	1	37	3	46
8	00	42	23	2	7	38	3	54
9	00	47	24	2	13	39	4	3
10	00	53	25	2	19	40	4	11
11	00	58	26	2	26	41	4	20
12	1	4	27	2	32	42	4	30
13	1	9	28	2	39	43	4	40
14	1	15	29	2	46	44	4	50
15	1	20	30	2	53	45	5	00

Table des rapports.

Soixantièmes	0 1
Neuf	8
Dix	13
Onze	16
Douze	18
Treize	20
Quatorze	22
Quinze	23°55'

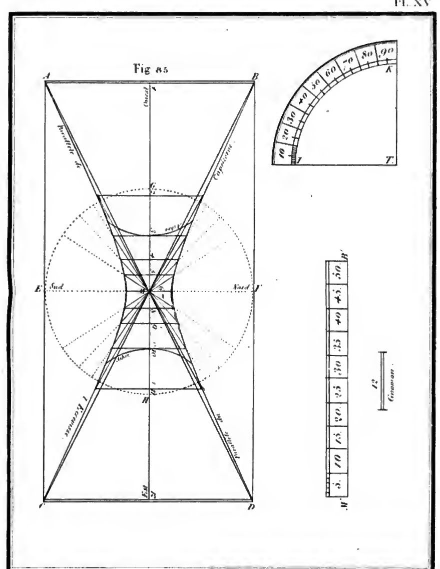
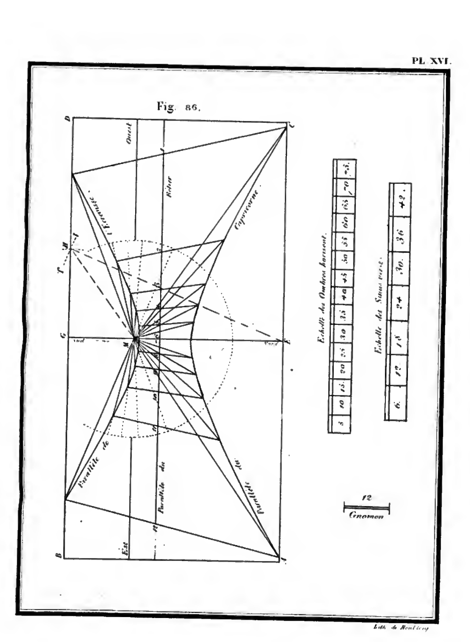

Fig 85
A
B
C
D
E
F
G
H
Ouest
Est
Sud
Nord
Capricorne
Gnomon
12
K
T
10
20
30
40
50
60
70
80
90
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50



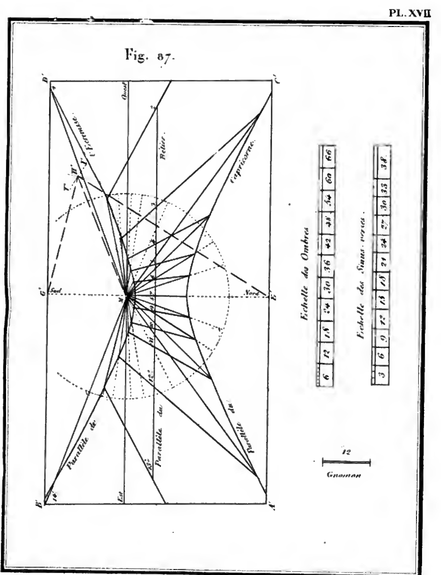
Fig. 86.

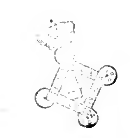


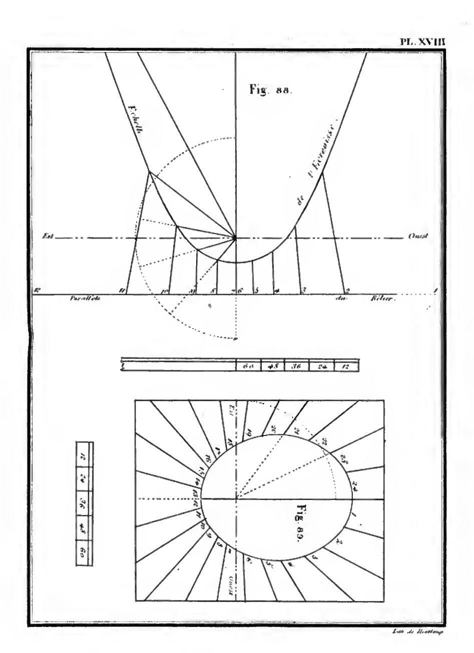
Lith. de Benard



Fig. 87.

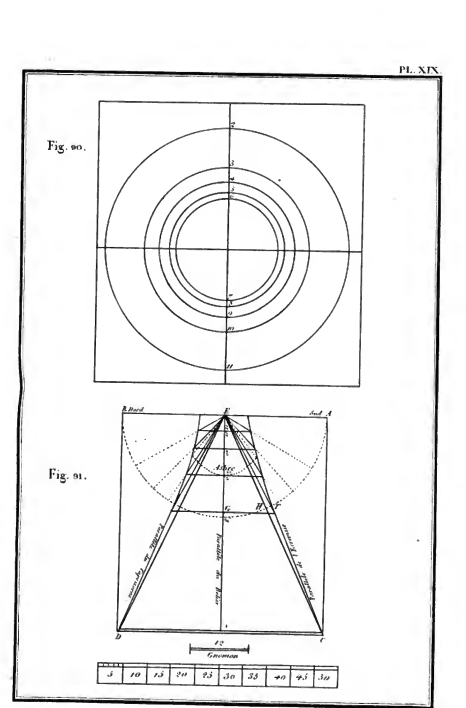

Ouest
Sud
Nord
Est
Parallèle de l'Ecrevisse.
Parallèle du Belier.
Parallèle du Capricorne.
Echelle des Ombres
6 12 18 24 30 36 42 48 54 60 66
Echelle des Sinus verses.
3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 38
12
Gnomon



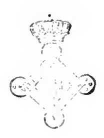


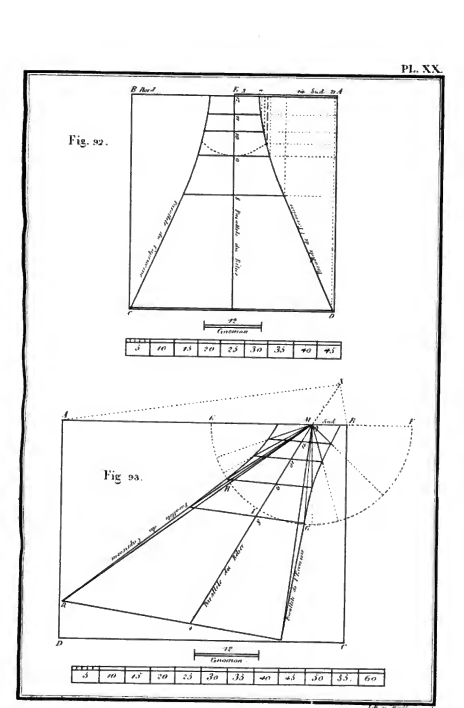
Lith. de Hoffmann



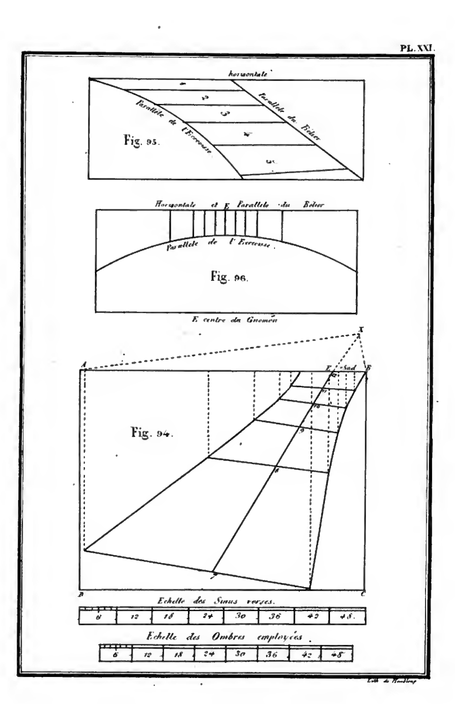


Lith. de Houbloup




PL. XX.
Fig. 92.
B Nord
Sud
Gnomon
12
5 10 15 20 25 30 35 40 45
Fig. 93.
Sud
Gnomon
12
5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60




horizontale
Parallele du Belier
Parallele de l'Ecrevisse
Fig. 95.
Horizontale et E Parallele du Belier
Parallele de l'Ecrevisse.
Fig. 96.
E centre du Gnomon
Fig. 94.
Echelle des Sinus verses.
6 12 18 24 30 36 42 48
Echelle des Ombres employées.
6 12 18 24 30 36 42 48



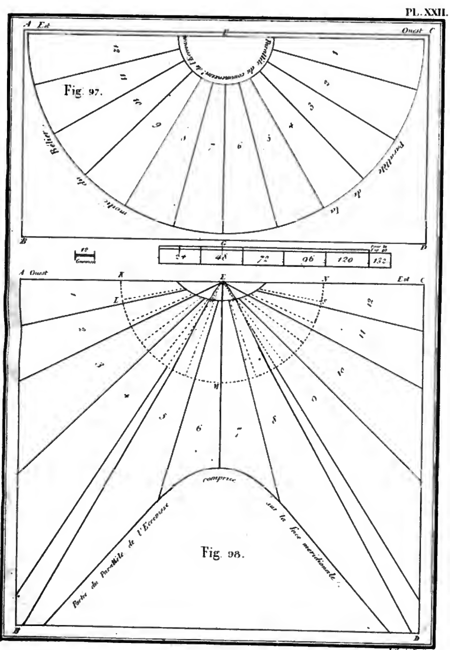

Fig. 97.
Fig. 98.
Parallèle du Bélier
Partie du Parallèle de l'Ecrevisse comprise sur la face méridionale.
24
48
72
96
120
132



Fig. 99.

Echelle des distances et des ombres employées.

24	48	72	96	120	144

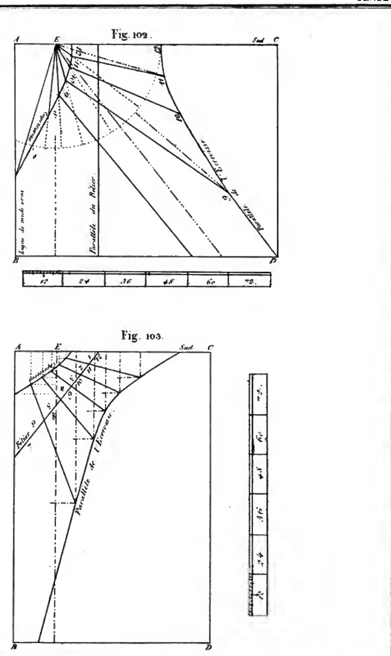
Fig. 100.

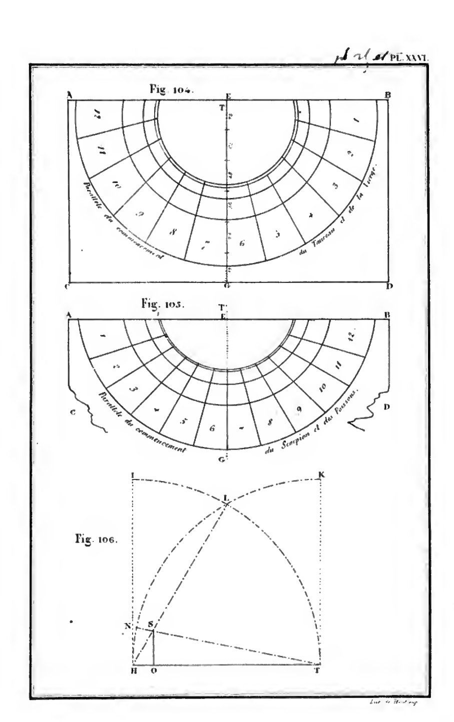
Echelle de la Fig. 100.

12	24	36	50

Fig. 101

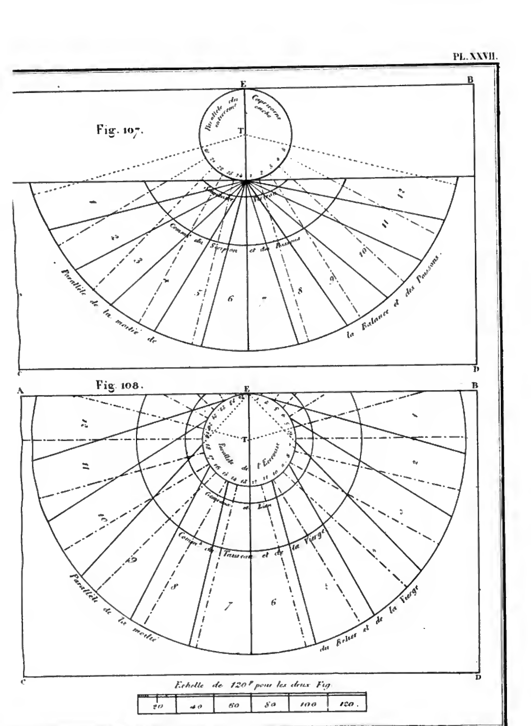



Fig. 102.
A
E
Sud
C
B
D
Ligne de midi vrai
Parallèle du Bélier
Parallèle de l'Ecrevisse
12
24
36
48
60
72.
Fig. 103.
Sud
Bélier
Parallèle de l'Ecrevisse


PL. XXVI.
Fig. 104.
A
E
B
T
C
G
D
Parallèle du commencement du Taureau et de la Vierge.
Fig. 105.
T
A
E
B
C
D
G
Parallèle du commencement du Scorpion et des Poissons.
Fig. 106.
I
K
L
N
S
H
O
T






Fig. 107.
E
B
T
C
D
Parallèle de la moitié de la Balance et des Poissons
Fig. 108.
A
E
B
T
C
D
Parallèle de l'Écrevisse
Commt du Taureau et de la Vierge
Parallèle de la moitié du Bélier et de la Vierge
Echelle de 120 P pour les deux Fig.
20
40
60
80
100
120.


Digitized by Google



Fig. 109.

Lith. de M. Alou

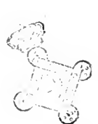
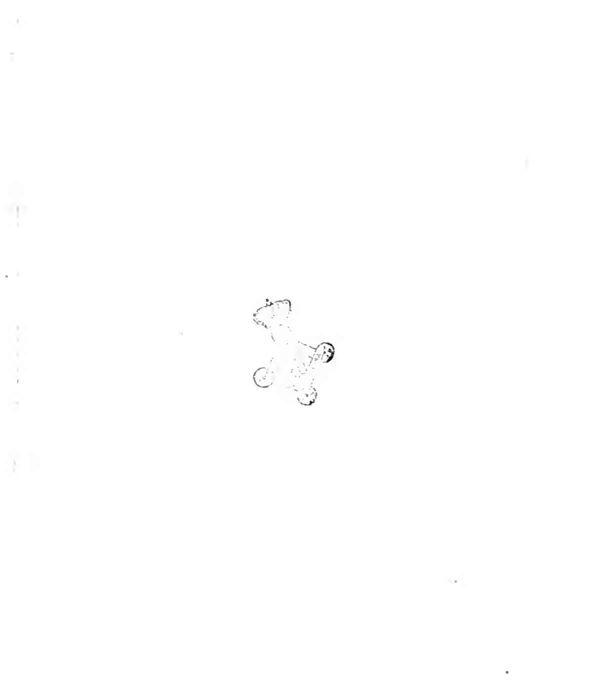


Fig. 110.

Fig. 111.

Fig. 112.

Lith. de Houbloup.





Bord

Fig. 113.

Fig. 114.

Bord

Fig. 115.

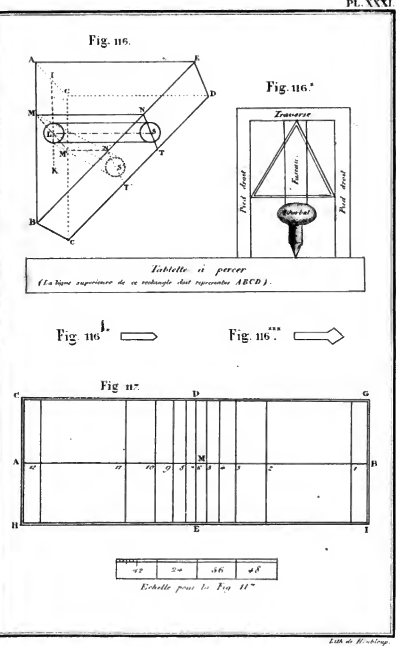
Echelle de la Fig. 113

3	6	9	12

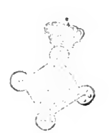
Echelle de la Fig. 115

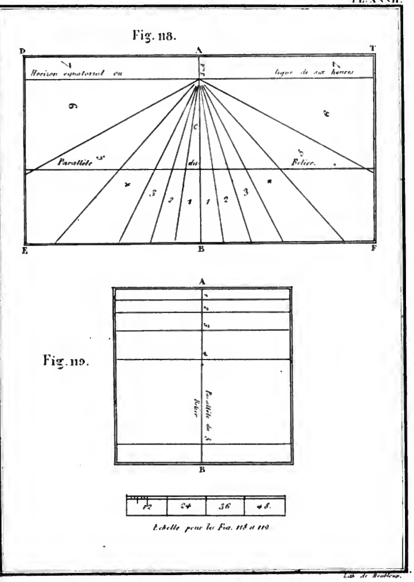
6	12	18	24



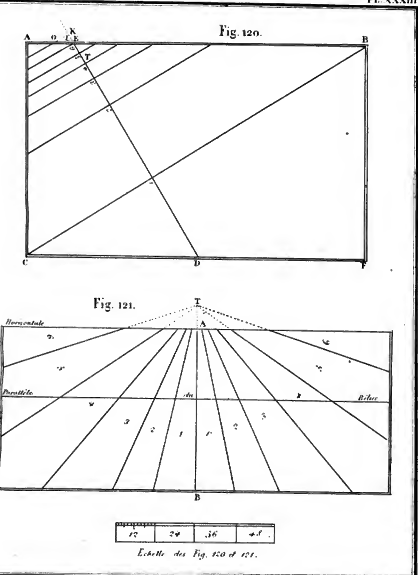


Lith. de Hautbloup.




Fig. 118.
D
A
T
Horizon equatorial ou
ligne de six heures
Parallèle
du
Bélier.
3
2
1
1
2
3
E
B
F
A
Fig. 119.
Parallèle du Bélier
B
12
24
36
48.
Echelle pour les Fig. 118 et 119.

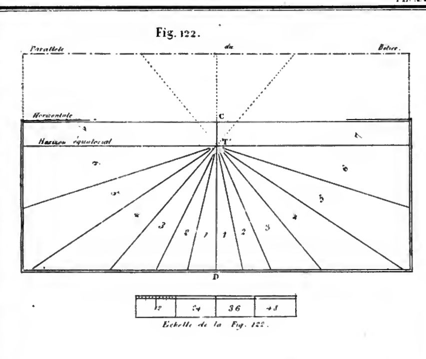




Lith. de Benard

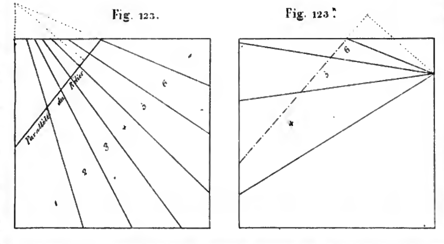


Fig. 122.



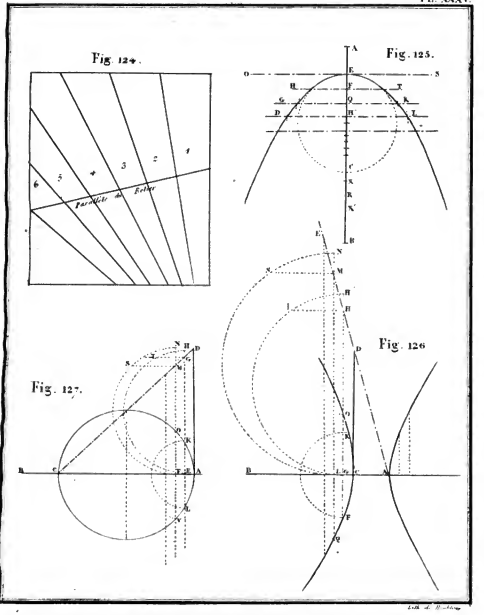
Echelle de la Fig. 122.

Fig. 123. Fig. 123.*



Lith. de Hemblong.




Fig. 124.
Parallèle du Belier
Fig. 125.
Fig. 126
Fig. 127.



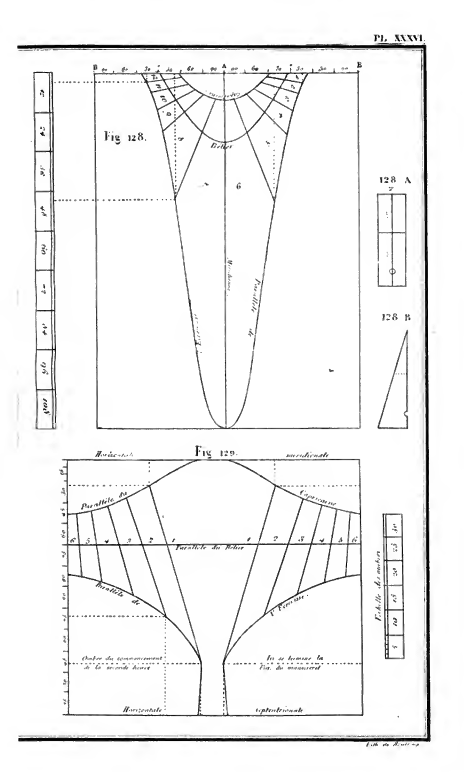
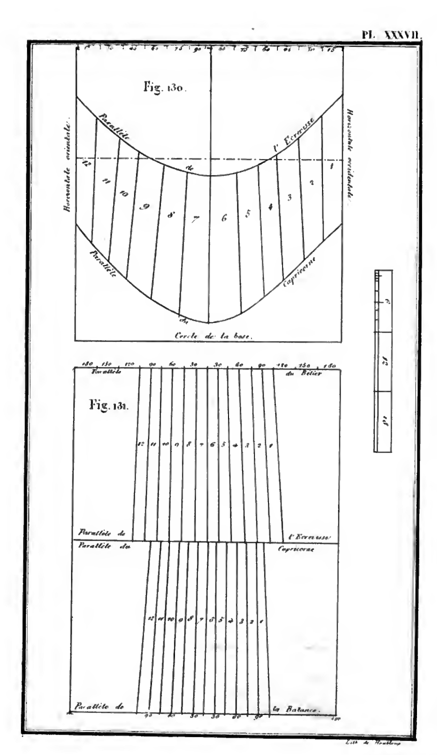
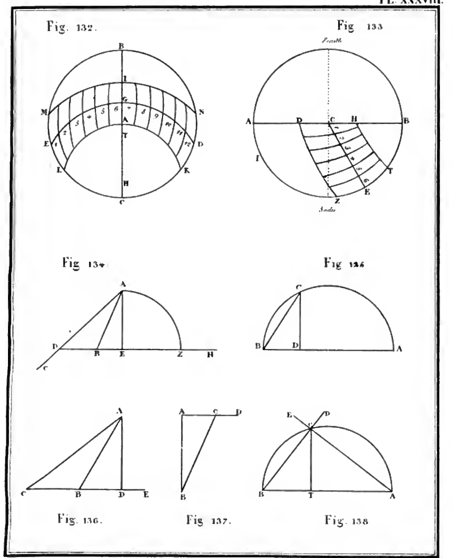


Fig 128.
Bélier
6
Méridienne
Parallèle de
l'Écrevisse
128 A
128 B
Fig 129.
Horizontale
méridionale
Parallèle du
Capricorne
Parallèle du Bélier
Parallèle de
l'Écrevisse
Ombre du commencement de la seconde heure
Ici se termine la Fig. du manuscrit
Horizontale
septentrionale
Échelle des ombres

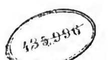



Fig. 130.
Horizontale orientale.
Horizontale occidentale.
Parallèle de l'Ecrevisse
Parallèle du Capricorne
Cercle de la base.
Fig. 131.
Parallèle du Bélier
Parallèle de l'Ecrevisse
Parallèle du Capricorne
Parallèle de la Balance.




Fig. 132.
Fig 133
Fig 134.
Fig 135
Fig. 136.
Fig 137.
Fig. 138




435.996







